Notions élémentaires sur le phosphore

Pratiques de gestion optimales pour réduire la quantité de phosphore de source agricole

Canada

Ontario

La Fédération de l'agriculture de l'Ontario FAO

FSC
www.fsc.org
MIXTE
Papier issu de sources responsables
FSC® C008820

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION

2 Sources de pollution par le phosphore

2 Sources ponctuelles et diffuses

3 Enrichissement de l'eau de surface par le phosphore – lacs, rivières et ruisseaux

7 COMPRENDRE LE PHOSPHORE DANS LES RÉGIONS RURALES

7 Sources diffuses agricoles de phosphore

7 Le phosphore dans le sol

10 Le phosphore dans le fumier

10 Le phosphore dans l'engrais

11 Sources ponctuelles agricoles de phosphore

12 Transport du phosphore jusqu'à l'eau de surface

14 Indice de risque concernant la charge de phosphore (indice-phosphore)

16 Sources non-agricoles de phosphore

17 PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES CONCERNANT LE PHOSPHORE

18 Tableau sommaire des PGO, par type d'exploitation

20 PGO pour les sources ponctuelles de phosphore sur l'exploitation

20 Entreposage des nutriants

21 Bandes tampons de végétation

23 Marais artificiels

24 Systèmes de traitement des eaux usées sur place

25 Diminution du phosphore à la source

27 PGO pour les sources diffuses de phosphore sur l'exploitation

27 Planification de la gestion des nutriants – Être au courant de la situation actuelle

28 Gestion des nutriments culturaux

32 Drainage des terres cultivées

34 Gestion du sol

35 Conservation du sol

36 Lutte contre l'érosion

37 Zones riveraines

INTRODUCTION

Le phosphore (P) est un élément naturel et l'un des principaux nutriants pour la croissance des cultures, des plantes et des algues. Il revêt plusieurs formes chimiques.

Dans les écosystèmes terrestres comme les terrains boisés ou les terres cultivées, on le trouve à la surface des particules de sol ainsi que dans les minéraux du sol, la solution du sol, les plantes et les animaux.

Dans les écosystèmes aquatiques comme les cours d'eau ou les lacs, on le trouve en solution, lié aux sédiments en suspension ou précipités, et dans les plantes et animaux aquatiques.

Outre cette présence naturelle dans les écosystèmes, on trouve le phosphore sous plusieurs formes dans les activités humaines industrielles, urbaines et agricoles. Une très grande fuite de phosphore attribuable à ces activités dans l'environnement naturel nuit aux écosystèmes aquatiques. Dans l'eau douce, une teneur élevée en phosphore peut :

- diminuer la quantité d'oxygène dans les lacs, les étangs et les rivières, ce qui nuit aux poissons d'eaux froides
- accélérer la croissance des plantes aquatiques et créer une prolifération d'algues, ce qui diminue la qualité de l'eau d'irrigation, contamine l'eau destinée au bétail, salit les plages, détériore la qualité de l'eau potable municipale et privée et augmente les frais de traitement.

Tout le monde peut prendre des mesures pour diminuer la fuite de phosphore dans l'environnement. Ce livret vise à aider les lecteurs :

- à connaître les sources et les formes de phosphore provenant des activités agricoles
- à découvrir l'impact du phosphore sur les écosystèmes aquatiques
- à reconnaître les occasions d'adopter des pratiques agricoles durables (pratiques de gestion optimales ou PGO) qui peuvent faire diminuer la quantité de phosphore de sources agricoles.

Le phosphore contribue à la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans certaines parties des Grands Lacs. Remarquez les tons de vert dans le lac Érié et le lac Sainte-Claire sur cette photo.

SOURCES DE POLLUTION PAR LE PHOSPHORE

SOURCES PONCTUELLES ET DIFFUSES

La pollution par le phosphore a des sources *ponctuelles* et *diffuses*. Une source ponctuelle signifie que le polluant pénètre dans le plan d'eau à un endroit précis. Une source diffuse est moins facile à reconnaître, car elle provient d'endroits diffus et variables dans le paysage.

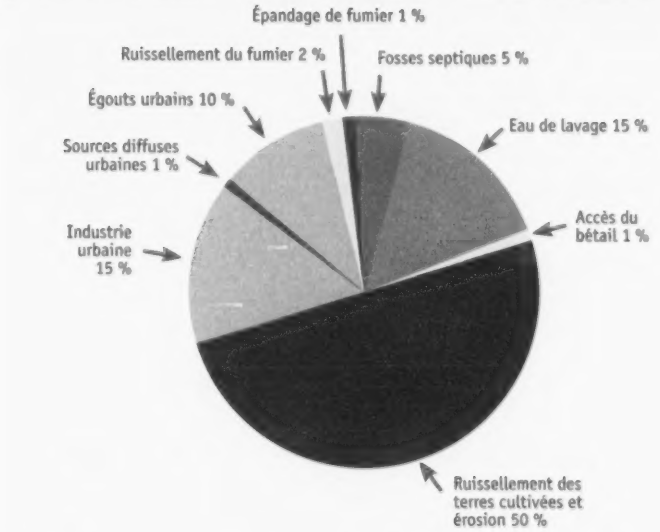
Dans les régions urbaines, parmi les sources ponctuelles de pollution par le phosphore, on compte l'industrie et les installations de traitement des eaux usées. Les eaux de ruissellement urbaines sont considérées comme une source urbaine diffuse.

Dans les régions rurales, la majorité de l'apport en phosphore est attribuable à des sources diffuses, comme l'érosion des terres cultivées et le ruissellement vers l'eau de surface; cependant, cela varie d'un bassin hydrologique à l'autre. Les sources suivantes, mal gérées, sont des sources ponctuelles agricoles possibles :

- l'eau de lavage des centres de traite
- les solutions de nutriants des serres
- le ruissellement des enclos de bétail et de l'engrais entreposé.

Le phosphore est un nutriant essentiel pour les écosystèmes naturels et il est essentiel pour la croissance des cultures et l'élevage du bétail.

SOURCES DE PHOSPHORE PÉNÉTRANT DANS LES RIVIÈRES ET LES LACS D'UN BASSIN HYDROLOGIQUE DE L'ONTARIO



Chaque bassin hydrographique est unique. Ce diagramme montre les contributions de diverses sources en phosphore à un bassin hydrologique du sud-ouest de l'Ontario.

Source : Étude sur le nettoyage des plages rurales du réservoir Fanshawe

L'érosion du sol et le ruissellement de nutriants favorisent la croissance des algues et autres plantes aquatiques, ce qui diminue la quantité d'oxygène dans l'eau de surface. Cela détériore la qualité de l'eau potable et de l'eau pour les loisirs et de l'habitat des poissons.

On peut diminuer le risque de pollution de l'eau de surface par le phosphore en adoptant des PGO pour l'épandage du fumier, du compost, des biosolides et des engrais minéraux.

Dans les serres, on emploie des solutions de nutriants pour fertiliser les cultures florales et légumières. Le traitement et l'entreposage adéquats des solutions de nutriants usagées réduiront le risque de ruissellement de phosphore vers l'eau de surface.

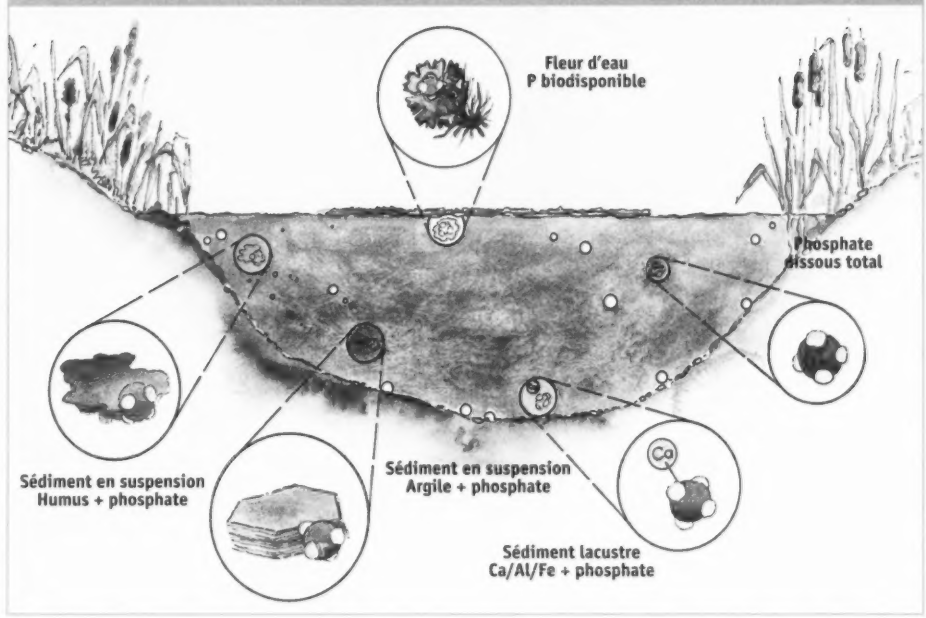
ENRICHISSEMENT DE L'EAU DE SURFACE PAR LE PHOSPHORE – LACS, RIVIÈRES ET RUISSEAUX

On peut examiner le phosphore dans l'environnement de deux manières : dans l'eau de surface et dans le sol. Dans l'eau douce non polluée, la croissance des plantes aquatiques, notamment les algues, est habituellement limitée par la faible teneur de phosphore. Lorsqu'on ajoute du phosphore dans l'eau, un plus grand nombre d'algues et d'autres plantes peuvent pousser. Au cours des dernières décennies, la croissance abondante d'algues a rendu l'eau de certains lacs et de certaines rivières de l'Ontario désagréable ou inadéquate pour la consommation ou la natation.

On parle d'*eutrophisation* pour décrire l'enrichissement en nutriants lorsque la croissance des plantes aquatiques est excessive. L'une des principales préoccupations que cause l'eutrophisation est son impact sur la quantité d'oxygène. Les grandes quantités de nutriants entraînent une croissance rapide des algues, qui peuvent former de grandes fleurs d'eau. Les algues poussent vite, mais une algue particulière ne vit pas longtemps. La masse mourante d'algues ajoute de la matière organique, qui finit par se décomposer. À mesure que les bactéries consomment cette masse de matière organique, elles utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau.

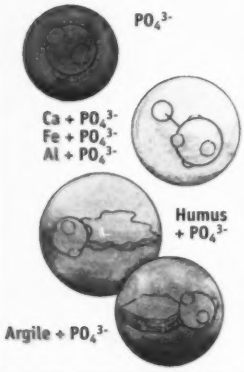
Comme nous, les poissons et les autres organismes aquatiques ont besoin d'oxygène. La truite, le saumon et certains insectes aquatiques, comme l'éphémère commune, la perle et la phrygane, sont particulièrement sensibles aux faibles quantités d'oxygène.

FORMES DE PHOSPHORE DANS UN LAC



Le phosphore est dynamique dans l'eau de surface et passe continuellement d'une forme à l'autre, à moins d'être emprisonné dans les sédiments profonds du fond du lac.

- Phosphate (PO_4^{3-})
- Phosphates de calcium ($Ca + PO_4^{3-}$)
  Phosphates de fer ($Fe + PO_4^{3-}$)
  Phosphates d'aluminium ($Al + PO_4^{3-}$)
- Humus + phosphate (PO_4^{3-})
- Argile + phosphate (PO_4^{3-})



PHOSPHORE DANS L'EAU DE SURFACE

On emploie habituellement trois termes pour décrire le phosphore dans les eaux de ruissellement, les cours d'eau et les lacs :

1. Le **phosphore total dissous** (PTD), souvent appelé phosphore dissous, qui se définit comme le phosphore qui traverse un filtre de 0,45 micron. Le phosphore total dissous est essentiellement un orthophosphate (PO_4^{3-}) dissous dans l'eau, mais il peut comprendre du phosphore organique dissous. Dans certains cas, seul l'orthophosphate du phosphate total dissous est signalé et appelé phosphore réactif dissous (PRD).
2. Le **phosphore particulaire** (PP) est également appelé phosphore sédimentaire. Il s'agit du phosphore en suspension ou qui se trouve dans les sédiments d'un lac. Il constitue la différence entre le phosphore total (voir ci-dessous) et le phosphate dissous total et se définit comme suit :
   - des composés de phosphore insolubles, formés par les réactions entre le phosphate et les minéraux en solution – ce sont les cercles or appelés calcium (Ca), fer (Fe) ou phosphate (PO_4^{3-}) d'aluminium (Al)
   - du phosphore lié aux sédiments – ce sont les cercles bleus appelés argile + phosphate (PO_4^{3-})
   - du phosphore organique, lié à la surface des composés organiques, notamment les organismes vivants, ou intégré à ces derniers – ce sont les cercles verts appelés humus + phosphate (PO_4^{3-}).
3. Le **phosphore biodisponible** (PBD) est le phosphore assimilable par les algues; dans l'illustration, il s'agit de la mention « Fleur d'eau/P biodisponible ». Il s'agit de la partie du phosphore total assimilable par les algues. Il comprend tout le phosphore total dissous et la partie du phosphore particulaire que peuvent extraire les algues.

Le phosphore biodisponible est une mesure de l'impact de la quantité de phosphore provenant de diverses sources sur la qualité de l'eau.

Le phosphore particulaire est moins disponible à court terme dans les systèmes aquatiques. À long terme, si la concentration de PBD est faible dans l'eau, une plus grande quantité de phosphore particulaire peut se dégager.

Le phosphore total (PT) et la quantité totale de phosphore dissous et de phosphore particulaire dans un échantillon d'eau (PT = PDT + PP). P biodisponible – PDT et un peu de PP.

Le phosphore est dynamique dans l'eau de surface et passe continuellement d'une forme à l'autre, à moins d'être emprisonné dans les sédiments profonds du fond du lac.

Voir la description de l'interaction entre ces diverses formes de phosphore dans l'eau de surface à la page suivante.

Bien que toutes les formes de phosphore ne soient pas également assimilables pour les organismes aquatiques, elles constituent toutes une préoccupation pour les écosystèmes aquatiques. En général, les formes de phosphore plus solubles sont assimilables immédiatement par les organismes aquatiques, tandis que le phosphore lié aux sédiments ou précipité à titre de minéral insoluble a des répercussions plus lentes mais à plus long terme sur la qualité de l'eau.

La conversion du phosphore particulaire en une forme biodisponible dépend des facteurs suivants :

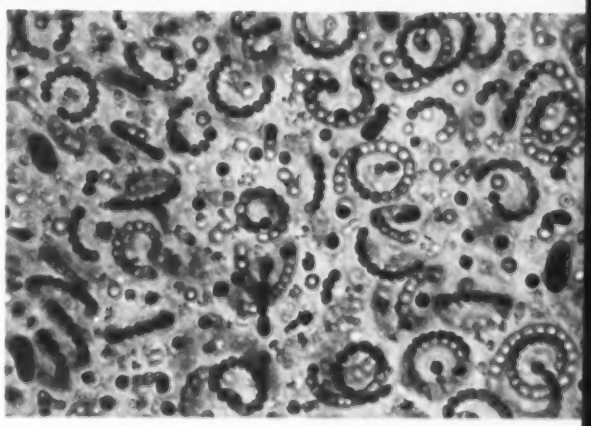
- teneur de phosphore dans les particules et l'eau environnante
- pH et alcalinité de l'eau
- taille des particules
- quantité de sédiment dans l'eau : une plus grande proportion de phosphore se détachera du sédiment dans l'eau propre que dans l'eau trouble.

S'il y a un manque de phosphore dissous, les algues peuvent produire de la *phosphatase*, qui permet de libérer une plus grande quantité de phosphore particulaire en formes que les algues peuvent utiliser. C'est la raison pour laquelle la qualité de l'eau ne s'améliore pas toujours immédiatement lorsque les sources de phosphore diminuent. Le dégagement de phosphore sédimentaire se poursuit jusqu'à ce que ce dernier soit épuisé ou emporté en aval.

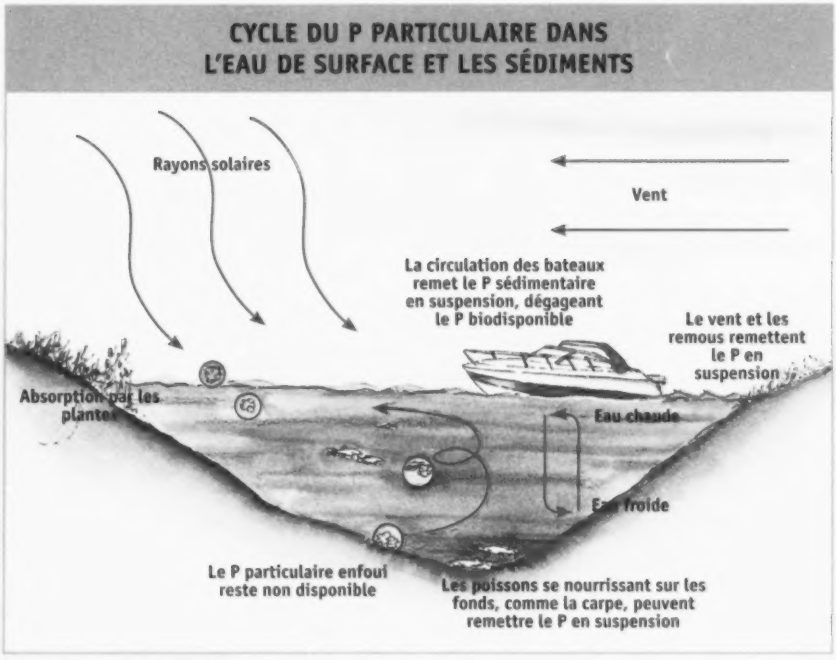
Les mollusques et d'autres formes de vie aquatiques filtrent l'eau pour obtenir des nutriants. Les coquilles contiennent de fortes teneurs de phosphore et de calcium. Ces organismes sont semblables à des « comptes d'épargne » de phosphore vivants et peuvent entreposer de grandes quantités de phosphore biodisponible. Comme la coquille se décompose lentement, le phosphore est recyclé.

Cependant, les excréments de mollusques, qui se décomposent rapidement près des rives, contiennent beaucoup de phosphore biodisponible et peuvent contenir beaucoup de phosphore dissous. L'invasion d'espèces exotiques comme cette moule zébrée a contribué à la diminution de la quantité de phosphore dans les eaux profondes des Grands Lacs, tout en faisant augmenter les concentrations de phosphore près des rives.

Une trop grande quantité de phosphore fait augmenter le nombre de cyanobactéries (algues bleu-vert) dans les eaux de surface. Les algues bleu-vert produisent une vaste gamme de toxines nocives pour les animaux et les humains.



La quantité de phosphore assimilable par les algues ne diminue pas aussi rapidement que les réductions de l'afflux de P en raison de l'effet de tampon des processus naturels.

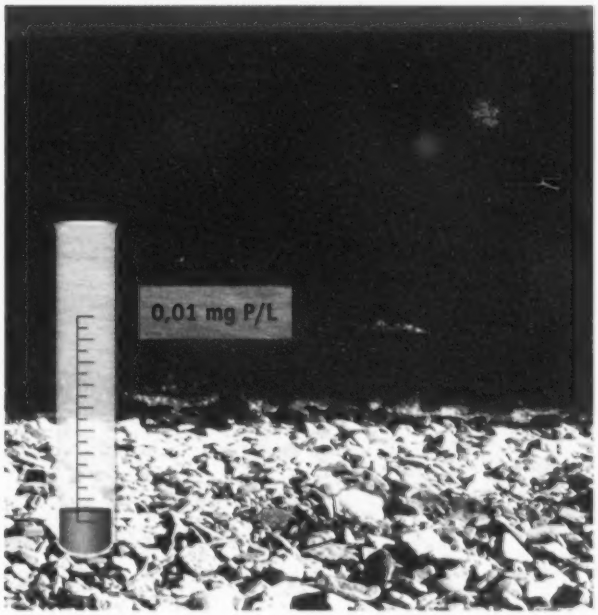


Dans certains écosystèmes aquatiques intacts, le P particulaire est assez peu disponible. Il est emprisonné dans les sédiments enfouis, ou encore sa forme chimique peut être relativement insoluble ou ne pas beaucoup réagir avec les autres produits chimiques aquatiques.

Cela peut changer si les écosystèmes aquatiques sont perturbés. Le vent et les vagues dans les lacs peu profonds, la circulation de bateaux à moteur et les poissons se nourrissant sur les fonds, comme la carpe, peuvent remettre le P particulaire en suspension, ce qui entraîne un dégagement de PBD. Habituellement, les eaux des lacs se renouvellent au printemps et à l'automne. Le renouvellement se produit lorsque la température et la densité de l'eau sont les mêmes à toutes les profondeurs, ce qui lui permet de se mélanger librement. Le phosphore peut alors être ramené des eaux profondes.

Le manque d'oxygène dans les eaux de fond peut amorcer un dégagement de P dissous à partir des phosphates de fer qui se trouvent dans les sédiments.

À court terme, le P dissous représente le plus grand problème, parce qu'il est immédiatement assimilable par les algues. Cependant, comme le phosphore particulaire peut devenir du phosphore dissous dans certaines conditions avec le temps, la grande quantité de phosphore sédimentaire peut également entraîner une surcroissance de plantes aquatiques (eutrophisation).



La concentration de phosphore dans la solution d'un sol fertile pour la croissance des plantes est d'environ 0,1 mg P/L. Les concentrations acceptables dans l'eau d'un lac sont habituellement de moins de 0,01 ou 0,02 mg P/L, selon la concentration naturelle de phosphore dans le système. Les petites fuites provenant des terres cultivées peuvent avoir d'importantes répercussions sur la qualité de l'eau des lacs.

COMPRENDRE LE PHOSPHORE DANS LES RÉGIONS RURALES

P = phosphore

PO_4^{3-} = phosphate

Une discussion sur le phosphore porte en réalité sur les phosphates. Le phosphate est la forme utilisée dans le métabolisme des plantes et des animaux et on le trouve le plus souvent dans les minéraux. Du point de vue chimique, il comprend quatre atomes d'oxygène liés à l'atome de P central. Sa charge et son nombre d'atomes d'hydrogène dépendent du pH.

SOURCES DIFFUSES AGRICOLES DE PHOSPHORE

LE PHOSPHORE DANS LE SOL

Les écosystèmes du sol ressemblent aux systèmes aquatiques; seule une petite partie du phosphore total est facilement assimilable par les plantes.

On décrit habituellement le système du P dans le sol comme ayant trois sources de P :

- le P soluble
- le P labile
- le P stable.

PHOSPHORE SOLUBLE

Une petite partie du P du sol est dissoute dans la solution du sol sous forme d'orthophosphate, la forme absorbée par les plantes.

PHOSPHORE LABILE (FORMES ORGANIQUE ET INORGANIQUE)

À mesure que les plantes épuisent l'orthophosphate dans la solution du sol, la deuxième principale source de P dans le sol, le P *labile*, remplace le P dissous. Les particules du sol retiennent lâchement le P labile, qui peut facilement passer en solution.

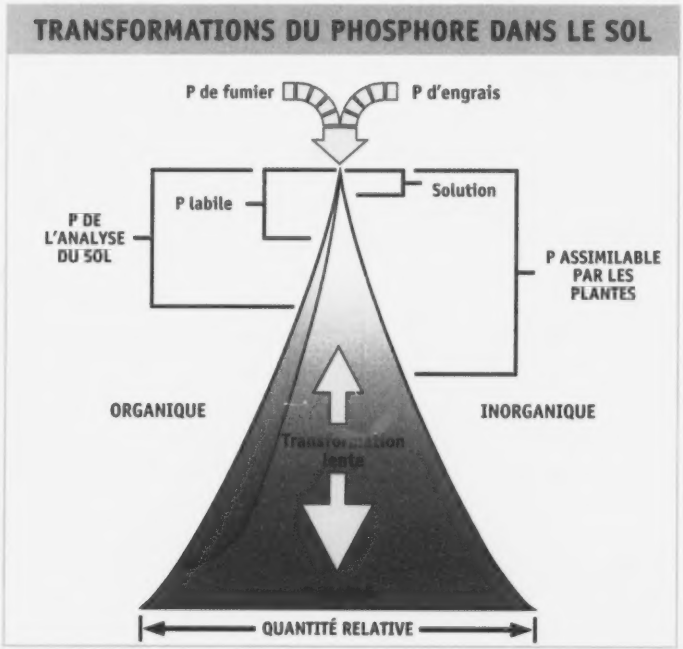
PHOSPHORE STABLE (FORMES ORGANIQUE ET INORGANIQUE)

La troisième source de P dans le sol, le P *stable*, est retenue fermement par les particules de sol, sous forme de phosphates de fer et d'aluminium dans les sols acides et de phosphates de calcium dans les sols calcaires. Une partie du P fait partie de la structure moléculaire de la matière organique du sol. Le P stable n'est pas assimilable par les plantes et se transforme très lentement en P labile et en P soluble.

La quantité totale de P dans les 15 premiers centimètres (6 po) de sol équivaut à de 3 000 à 5 000 kilogrammes par hectare (2 700 – 4 500 lb/ac) de phosphore. Cependant, moins d'un pour cent du P total est assimilable par les cultures.

Et le P_2O_5 (phosphate dans l'engrais)?

Il s'agit d'une mesure utilisée pour les engrais : les plantes n'absorbent pas cette forme de phosphore.

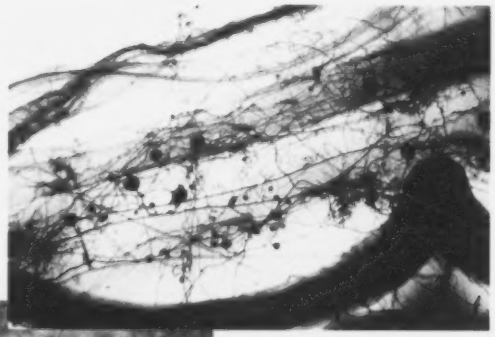


Le phosphate réagit avec tellement de composés et d'éléments différents dans le sol que seule une petite quantité demeure en solution en tout temps.

La majorité du P est liée à des composés dont la solubilité est variée, tel qu'indiqué par l'étiquette *Solution* de cette illustration. Lorsque le P soluble est ajouté au sol sous forme d'engrais ou de fumier (voir le haut de l'illustration), la majorité de celui-ci se transforme rapidement d'abord en formes labiles. (Remarque : le P assimilable par les plantes comprend du P en solution, du P labile et des formes de composés moins stables.) Il se convertit ensuite en formes de plus en plus stables en réagissant avec le fer, l'aluminium ou le calcium (étiquette *Inorganique*), en se liant aux particules d'argile ou de matière organique ou en s'intégrant à la structure chimique de l'humus (étiquette *Organique*).

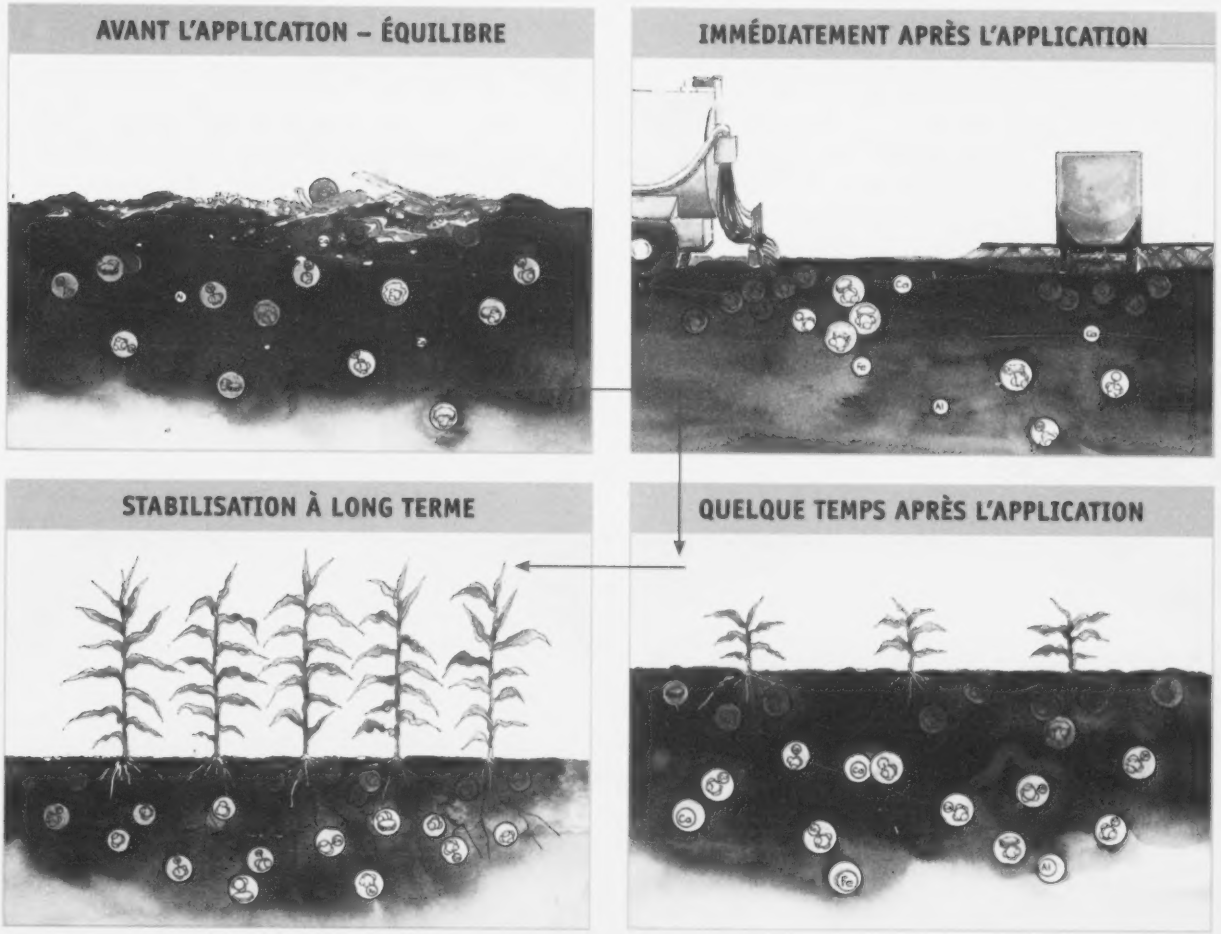
Avec le temps, le P a tendance à s'accumuler dans les composés les plus stables (représentés par la base du triangle); cependant, une partie du P est également dégagée dans la solution pour remplacer le P absorbé par les racines des plantes (flèches *Transformation lente*), une plus grande quantité du P devenant proportionnellement stable et de plus petites quantités de ce dernier étant lentement dégagées dans la solution.

Le champignon mycorhizien à arbuscules (MA) est un champignon qui aide les cultures et la plupart des autres plantes à absorber des nutriants et de l'eau, en particulier du phosphore, en échange de sucres. Le mycélium très fin du champignon, semblable à des racines, peut explorer un plus grand volume de sol que les racines plus épaisses des plantes. En outre, il peut excréter divers produits chimiques pour faciliter l'absorption des nutriants.



Les plantes absorbent la grande majorité du phosphore par leurs racines et leurs poils absorbants et leur contact avec le P lorsqu'elles poussent dans le sol. Comme les faibles températures ralentissent la croissance des racines et l'absorption des nutriants, les plantes sont souvent incapables de trouver suffisamment de P lorsqu'il fait froid, surtout si elles sont petites.

Il est donc avantageux de placer l'engrais au phosphore à des endroits accessibles par les racines et de l'appliquer dans les périodes où les plantes l'utilisent le plus.



Avant l'application – Équilibre

Le P du sol est classé en trois groupes, mais il y a une gradation entre les formes labiles et stables de P :

- P soluble : phosphate ou PO_4^{3-} (cercles mauves)
- P labile : retenu lâchement par les particules de sol (cercles bleus) et la surface de la matière organique (cercles verts)
- P stable : phosphore lié au calcium, au fer ou à l'aluminium (cercles or) ou lié chimiquement à des molécules organiques complexes.

Avant la plantation, le P du sol est en équilibre, une fraction seulement du phosphore étant sous forme soluble.

Immédiatement après l'application

Cette illustration montre ce qui se produit dans l'équilibre lorsque l'on ajoute du P de fumier ou d'engrais avant la plantation. La plupart des engrais au P comprennent des composés de P solubles dans l'eau, et la majorité du P provenant du fumier est soluble dans l'eau. L'application de P d'engrais ou de fumier cause au départ une augmentation marquée du P soluble dans le sol au point de contact, tel qu'illustré par l'introduction de cercles mauve foncé de phosphates.

Quelque temps après l'application

L'équilibre chimique se rétablit rapidement, car la majorité du P ajouté se joint au P labile. Remarquez les cercles de P lié à l'humus (verts) et à l'argile (bleus), ainsi que la quantité moindre de phosphates en solution (cercles mauve foncé) dans la zone racinaire.

Stabilisation à long terme

Avec le temps, une partie du P de la source de P labile adopte les formes organique et minérale, plus stables. (Remarquez l'augmentation du nombre de cercles de P or foncé.) La fertilisation au P et l'application du P provenant du fumier ont pour effet immédiat d'augmenter la capacité de la réserve de P labile de renouveler le P de la solution. L'effet à long terme net des ajouts de P sur la quantité de P labile et de P total dans un sol dépend des propriétés du sol, de l'absorption de P par les cultures et de la fuite de P dans d'autres processus (comme l'érosion et le ruissellement).

- Phosphate (PO_4^{3-})
- Phosphates de calcium ($Ca + PO_4^{3-}$)
  Phosphates de fer ($Fe + PO_4^{3-}$)
  Phosphates d'aluminium ($Al + PO_4^{3-}$)
- Humus + PO_4^{3-}
- Argile + PO_4^{3-}

LE PHOSPHORE DANS LE FUMIER

Environ les deux tiers du phosphore du fumier se trouvent dans les fèces (et non l'urine), surtout sous forme de composés organiques et aussi d'orthophosphate. Les composés organiques se décomposent facilement lorsqu'ils sont entreposés ou dans le sol, donc cette partie du phosphore du fumier devient tôt ou tard assimilable par les cultures.

Le meilleur rendement économique du fumier se produit habituellement lorsque les taux d'application répondent aux besoins de cultures comme le maïs ou les céréales en matière d'azote. Cependant, cela signifie habituellement qu'on applique plus de phosphore que ce que peut en absorber la culture, donc de très grandes quantités de phosphore peuvent s'accumuler dans le sol lorsqu'on emploie cette méthode de gestion pendant plusieurs années.

Si les résultats de l'analyse du sol montrent une forte quantité de phosphore, il y a risque de fuite de phosphore. Le ruissellement et l'érosion dans ces zones peuvent acheminer une grande quantité de phosphore dans les lacs et les rivières.

L'épandage de fumier donne souvent un rendement accru comparativement à l'utilisation d'engrais seulement. Cela est probablement attribuable à l'ajout de matière organique, à la prolifération des organismes du sol et à l'amélioration de la qualité du sol après l'épandage de fumier.

La teneur de nutriants dans le fumier varie énormément, selon l'espèce, la taille, l'âge, l'alimentation, le bâtiment d'élevage, le type de fumier et d'autres facteurs de gestion.

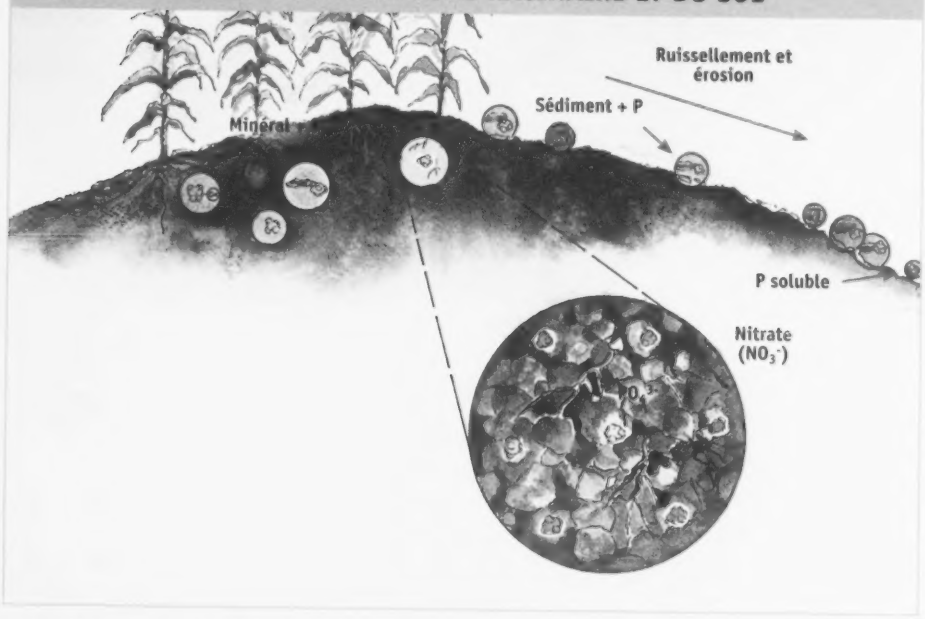
LE PHOSPHORE DANS L'ENGRAIS

Le phosphate naturel est insoluble dans l'eau et le phosphore qu'il contient devient très lentement assimilable par les plantes – il faut au moins une centaine d'années.

Pour rendre le phosphate naturel plus facilement assimilable par les plantes, on le traite avec divers acides.

Le phosphate naturel, qu'on exploite surtout dans le sud des États-Unis, le nord de l'Afrique et la Russie, est la source de presque tout le phosphore contenu dans les engrais.

PHOSPHORE DE LA ZONE RACINAIRE ET DU SOL



- Phosphate (PO_4^{3-})
- Phosphates de calcium ($Ca + PO_4^{3-}$)
  Phosphates de fer ($Fe + PO_4^{3-}$)
  Phosphates d'aluminium ($Al + PO_4^{3-}$)
- Argile + PO_4^{3-}

Les phosphates dans le sol ne fuient pas facilement. La plupart des phosphates se lient facilement aux particules du sol (formes labile et stable) et il est peu probable qu'ils se dégagent, comme le montrent les cercles bleus, verts et or placés sous la surface du sol dans l'illustration et le médaillon.

Le phosphore fuit de la surface du sol par ruissellement en surface et emporte le P particulaire des sédiments érodés et du P dissous, comme le montrent le P sédimentaire et le P soluble à la surface du sol.

SOURCES PONCTUELLES AGRICOLES DE PHOSPHORE

Parmi les sources ponctuelles agricoles possibles d'apport en phosphore, on compte :

- les installations d'entreposage de fumier et d'autres nutriants
- les enclos de bétail
- l'eau de lavage des centres de traite
- les fosses septiques défectueuses.

À moins d'être bien géré, le phosphore de ces sources peut atteindre l'eau de surface en s'écoulant sur le sol et par les drains d'évacuation (tuyaux) souterrains. Dans ces cas, le risque de pollution de source ponctuelle est le plus grand après la fonte des neiges et les orages.

Les orages et la fonte des neiges peuvent transporter le sol et le fumier des enclos de bétail à l'eau de surface, comme les cours d'eau et les lacs. Le sol et le fumier peuvent contenir du phosphore, d'autres nutriants et des bactéries.

Les animaux et les humains utilisent les nutriants comme le phosphore qui se trouvent dans les cultures récoltées. Le retour de leurs déchets aux terres cultivées conclut le cycle du phosphore.

TRANSPORT DU PHOSPHORE JUSQU'À L'EAU DE SURFACE

Les phosphates de source agricole peuvent atteindre l'eau de surface à partir de sources ponctuelles et diffuses. Voici certaines des voies les plus communes de transport du phosphore jusqu'à l'eau de surface.

SOURCES PONCTUELLES

Déversement

Un déversement se produit lorsque le phosphore d'une solution entreposée provenant d'une source concentrée (comme le purin, une solution de serre) se déverse accidentellement dans l'environnement.

En cas de déversement, agissez rapidement et de façon sécuritaire pour arrêter et contenir le matériel déversé. Ensuite, appelez le Centre d'intervention en cas de déversement du MEO au 1-800-268-6060. Donnez les détails du déversement, les mesures prises et les intentions futures.

Le matériel déversé peut ruisseler directement dans l'eau de surface à partir de la source de déversement. Dans la plupart des cas, le liquide forme une mare sur le sol ou une surface imperméable. Le liquide de la mare s'échappe et forme un écoulement concentré, qui se déplace alors sur le terrain et suit la voie de moindre résistance pour atteindre le plan d'eau de surface le plus près.

Les déversements peuvent également atteindre l'eau de surface indirectement. Une prise d'eau de surface voisine, des fissures dans le sol ou un sol peu profond à roc sous-jacent peuvent servir de conduites directes au drainage souterrain. Le système de drainage souterrain aboutira sur les plans d'eau de surface voisins.

Fuites

Dans ce contexte, les fuites sont un dégagement accidentel continu de petites quantités de liquides contaminés. Les fuites chroniques s'accumulent dans l'environnement avec le temps. Par exemple, le phosphore peut atteindre l'eau de surface lorsqu'il est en solution et en suspension avec des sources organiques comme les tas de fumier solide ou les enclos de bétail.

Les liquides qui s'échappent peuvent former une mare à la surface du sol et suivre la voie de moindre résistance jusqu'à l'eau de surface.

Raccordements illégaux

Dans quelques cas isolés, on raccorde directement les sources de déchets liquides aux systèmes de drainage souterrains pour les évacuer dans l'eau de surface. On contourne délibérément les fonctions naturelles de traitement des sols. Cela est illégal.

SOURCES DIFFUSES

Érosion hydrique

Le phosphore particulaire peut s'éroder de la planche de semis et des couches supérieures du sol lorsque l'eau s'écoule sur les terres cultivées. Lorsqu'un orage sature la surface du sol ou que les sols sont semi-gelés, les particules se détachent facilement. Le P lié se déplace avec les sédiments et les eaux de ruissellement en nappes, en rigoles ou en ruisselets. Le matériel érodé peut se déposer dans les champs ou dans l'eau de surface voisine.

Si le sol est exposé, le P particulaire peut être transporté avec les sédiments de sol par l'action érosive du vent.

Érosion éolienne

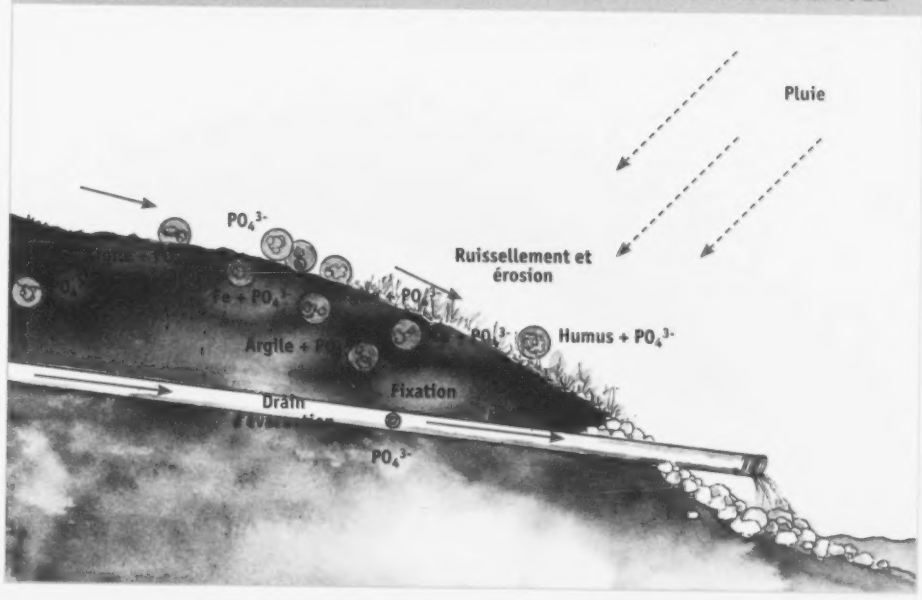
Si le sol est sec, non protégé et exposé, le P particulaire peut être transporté avec les sédiments de sol par l'action érosive du vent. La plupart des particules transportées par le vent se déposent dans les champs voisins, le long des clôtures ou dans les brise-vent. Cependant, certains matériaux peuvent atteindre les eaux de surface voisines comme les lacs et les cours d'eau.

FORMES DE PHOSPHORE DISSOUS

Ruissellement

Une bonne partie du phosphate des planches de semis et des couches supérieures du sol reste liée aux particules de sol. Cependant, une partie se détachera des particules pour se déplacer avec l'eau à la surface du sol et sera emportée du champ par l'eau de ruissellement, surtout si le sol est saturé ou semi-gelé.

FUITES DE PHOSPHORE DANS L'ÉCOSYSTÈME D'UNE TERRE CULTIVÉE



- Phosphate (PO_4^{3-})
- Phosphates de calcium (Ca + PO_4^{3-})
  Phosphates de fer (Fe + PO_4^{3-})
- Humus + PO_4^{3-}
- Argile + PO_4^{3-}

Les composés de phosphore peuvent s'échapper des zones racinaires des terres cultivées des manières suivantes :

- **Ruissellement et érosion.** Les nutriants appliqués en surface sous forme organique (fumier) ou inorganique (engrais phosphatés) peuvent s'écouler directement lors des orages et de la fonte des neiges; ce sont les cercles de P mauves à la surface. L'érosion du sol peut entrainer la perte des phosphates sédimentaires; ce sont les cercles de P bleus et verts à la surface. Le risque d'érosion et de ruissellement augmente si la pente est forte, les taux d'infiltration sont faibles, les sols sont compactés ou gelés, la couverture végétale ou des cultures est faible ou la pluie et la fonte des neiges est intense.
- **Évacuation par les drains.** De petites quantités de phosphates provenant du purin ou des biosolides épandus (cercles de P mauves dans le drain) ou du P lié à l'argile et à la matière organique peuvent atteindre les systèmes de drainage dans les sols comportant de larges fissures et de larges macropores souterrains.
- **Fixation.** Le phosphate réagit fortement dans le sol : il s'allie au calcium, au magnésium, au fer, au manganèse ou à l'aluminium pour former des composés insolubles ou se lie aux particules de sol : ce sont les cercles de P or dans le profil du sol. Une petite quantité de phosphate demeure en solution en tout temps. Une bonne partie du phosphate reste sous forme de réserve et est lentement dégagé dans la solution pour renouveler ce que les plantes ont absorbé.

Drainage souterrain

Le phosphore peut atteindre les systèmes de drainage souterrains dans le premier cas ci-dessous et dans au moins un des cas 2, 3 et 4.

1 – sols à forte concentration de P en raison de l'application à long terme de P de sources organiques et inorganiques

2 – sols sableux profonds

3 – sols à macropores continus (notamment des fissures et des terriers de vers)

4 – sols à forte teneur de matière organique à faible capacité de rétention du phosphore.

Une partie du P dissous suivra les gros pores continus dans les sols sableux ou graveleux pour sortir de la zone racinaire (sol occupé par les racines des plantes). La majeure partie de l'eau gravitaire qui s'écoule dans la zone racinaire au-dessus du tuyau de drainage souterrain atteindra le système de drainage par tuyaux. Cependant, cette eau transportera seulement une partie du P dissous de la surface vers les drains; la majeure partie de ce phosphore sera absorbé par les cultures en croissance ou fixé par les minéraux du sol.

Le phosphore fixé aux particules fines, comme l'argile ou la matière organique, peut également suivre les macropores et pénétrer dans les systèmes de drainage souterrains. Dans la plupart des cas, les teneurs de sédiment et de P dans l'eau d'écoulement ne sont pas élevées. Cependant, il y a risque de teneurs plus fortes dans les eaux de sortie si les terres cultivées drainées :

- ont un faible taux d'infiltration
- ne sont pas protégées par une culture-abri ou des résidus de culture et
- comportent des éléments de drainage en surface, comme les prises d'eau de surface, directement reliés au système de drainage souterrain.

INDICE DE RISQUE CONCERNANT LA CHARGE DE PHOSPHORE (INDICE-PHOSPHORE)

L'indice-phosphore vise à évaluer le risque de contamination de l'eau de surface à partir d'un champ et à cerner les endroits où des mesures de réduction des fuites de phosphore sont nécessaires.

Le risque est le plus grand lorsqu'une source de phosphore se trouve près d'une voie de transport jusqu'à l'eau de surface. Cela signifie que les endroits où le taux d'épandage de phosphore est le plus élevé ou où les quantités de phosphore relevées lors des analyses du sol sont le plus élevées ne sont pas toujours les endroits où le risque de fuite de P est le plus grand.

Le phosphore peut quitter un champ sous forme de phosphore particulaire sur des particules de sol érodé, de phosphore dissous dans le ruissellement en surface, ou par les sorties de drainage. Dans chaque cas, la source et la voie de transport sont différentes, mais la somme de chaque composante représente le risque total pour un champ donné. Les restrictions concernant la dose, la méthode et le moment des applications de phosphore augmentent selon l'accroissement du risque, au point où dans certains champs, il ne faut pas appliquer plus de phosphore.

Le tableau suivant présente les facteurs dont on tient compte dans l'évaluation des risques inhérents de fuite de phosphore avant l'ajout de tout engrais ou de tout fumier.

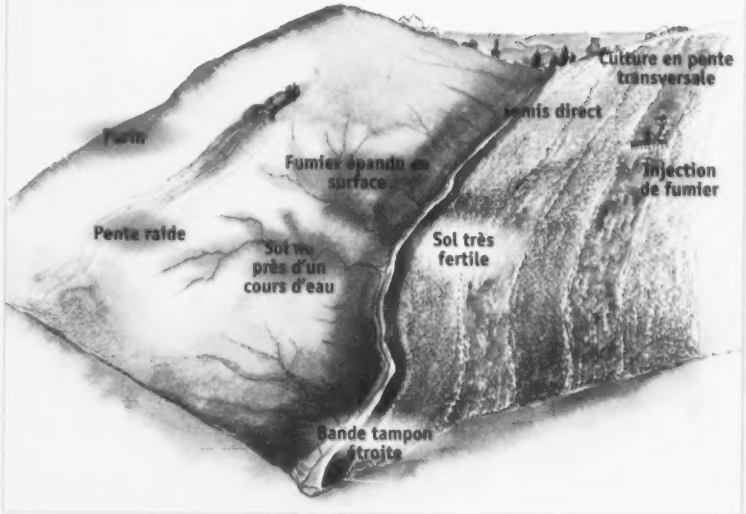
FACTEUR D'INFLUENCE		MESURE OU DONNÉE DU CHAMP NÉCESSAIRE POUR CALCULER L'INDICE-PHOSPHORE
SOURCE	**TRANSPORT**	
P PARTICULAIRE DANS L'ÉCOULEMENT DE SURFACE : – potentiel d'érosion du sol	– passage des sédiments du champ à l'eau de surface	• texture du sol et couverture de la surface • longueur et inclinaison de la pente • intensité et durée de la pluie (en moyenne) • distance du cours d'eau • texture et couverture de la zone d'écoulement
P DISSOUS DANS LE RUISSELLEMENT DE SURFACE : – concentration de P dissous	– potentiel de ruissellement	• analyse du P dans le sol • pente du champ • groupe hydrologique du sol
P DANS LES DRAINS : – somme de la charge de P particulaire et de P dissous (car la majorité du P parvient aux tuyaux par écoulement préférentiel par les fissures et les tunnels creusés par les vers)	– intensité du réseau de drainage souterrain	• écart entre les drains (placement systématique ou aléatoire) • zone comprise dans le système de drainage

FACTEURS DE L'INDICE-PHOSPHORE

● Indice-phosphore élevé = risque élevé; pas d'application de P

Indice-phosphore modéré = limites quant à la dose, au moment ou à la méthode d'application de P

● Meilleur indice-phosphore = faible risque



Cette illustration montre les répercussions de la gestion des risques de fuite de P, même si les deux champs sont près d'un ruisseau, ont une pente semblable et un sol très érodable (loam limoneux). Dans le champ du côté gauche de l'illustration, peu de mesures de conservation du sol sont en place, ce qui augmente le risque de fuite de P particulaire. La teneur de P selon les analyses du sol est très élevée en raison d'un historique d'épandage de fortes quantités de fumier, donc le risque de ruissellement de P dissous est également très grand. Il ne faut pas appliquer plus de P dans ce champ en raison du risque déjà très grand de fuite de P.

Dans le champ de droite, on effectue un semis direct suivant les courbes de niveau pour contrôler les pertes de P particulaire, et on a appliqué beaucoup moins de phosphore, conformément à l'analyse du sol et au plan de gestion des nutriants. Il n'y a que dans une étroite bande le long du ruisseau que les doses de phosphore doivent être limitées ou où on doit l'appliquer en bandes souterraines.

Options de gestion lorsque l'indice-phosphore est élevé :

- ✔ Employer des mesures de conservation du sol pour diminuer son érosion, ce qui atténue le risque inhérent de fuite de phosphore.
- ✔ Limiter le taux d'épandage du matériel qui contient du phosphore (engrais, fumier, biosolides d'égout).
- ✔ Appliquer le matériel qui contient du phosphore en bandes souterraines plutôt qu'à la surface, ou incorporer le matériel immédiatement.
- ✔ Éliminer les applications de phosphore à la fin de l'automne ou l'hiver.

SOURCES NON-AGRICOLES DE PHOSPHORE

Le phosphore sous forme de phosphates était une composante commune des détergents à vaisselle et des nettoyants industriels. On est en train d'éliminer l'usage de phosphate dans les détergents en Ontario, ce qui diminuera la charge de P dans les eaux grises.

Les usines de traitement des eaux usées (égouts) déversent l'eau traitée dans les cours d'eau ou les lacs. Tout le phosphate provenant des eaux usées traitées n'est pas éliminé au cours du processus.

Les fosses septiques peuvent également être une source de phosphore dans les lacs et les rivières. Il est plus probable que le phosphore atteigne l'eau de surface si une fosse septique fait défaut, est près des rives ou libère illégalement son contenu.

Les bateaux de plaisance dotés d'installations peuvent être une source d'eaux riches en P. Il est illégal d'évacuer les eaux usées des bateaux dans les cours d'eau du Canada et il est déconseillé d'en évacuer les eaux grises. Nombre de marinas ont des installations de vidange.

Parmi les sources de pollution urbaine au phosphore, on compte les effluents des usines de traitement des eaux usées (égouts), les égouts pluviaux et les sources industrielles.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES CONCERNANT LE PHOSPHORE

Des pratiques de gestion optimales (PGO) réalisables et éprouvées peuvent diminuer la pollution par le phosphore de sources agricoles. La plupart des PGO sont propres à un endroit, ce qui signifie que toutes les PGO ne conviennent pas à chaque source et chaque forme de phosphore ni à chaque exploitation agricole. Cette section vise à vous aider à choisir ce qui conviendra à vos circonstances.

Les PGO sont regroupées par type d'exploitation aux pages 18 et 19.

Certains principes directeurs s'appliquent à nombre des défis de gestion du phosphore que doivent relever la plupart des exploitations agricoles. Nous nous pencherons d'abord sur eux.

Pour toutes les **sources ponctuelles** de phosphore **sur l'exploitation** :

- ✔ diminuer la quantité de phosphore à la source; en diminuer les volumes et les concentrations si possible
- ✔ détourner l'eau propre; garder cette dernière propre grâce à des gouttières et des bermes
- ✔ gérer tous les liquides; s'assurer que tous les liquides contaminés sont gérés
- ✔ gérer les sources concentrées différemment des sources diluées

Pour toutes les sources *concentrées* de P sur l'exploitation :

- ✔ entreposer, contenir et utiliser adéquatement ce matériel riche en nutriants; cela s'applique à l'entreposage et à la manutention du fumier, aux biosolides d'égout, aux engrais et aux solutions de nutriants concentrées (p. ex. pour les serres).

Pour toutes les sources *diluées* de P sur l'exploitation :

- ✔ recueillir et traiter ou réutiliser le matériel; cela s'applique à l'eau de ruissellement du fumier, aux enclos de bétail, au ruissellement, à l'eau des serres et l'eau d'irrigation en contenant et l'eau de lavage (notamment celle des centres de traite).

Pour toutes les **sources diffuses** de phosphore **sur l'exploitation**, les objectifs de gestion du P dans les champs sont les suivants :

- ✔ être au courant de ce que vous avez, grâce à la planification de la gestion des nutriants, aux tests sur les matériaux, à l'indice-phosphore
- ✔ ajouter ce dont vous avez besoin, au moment et à l'endroit où vous en avez besoin et dans la forme la plus convenable
- ✔ garder ce que vous avez; garder le phosphore dans le sol et le sol sur les terres cultivées grâce à la gestion du sol, aux structures de lutte contre l'érosion et aux PGO liées à la création de zones naturelles.

Gardez le phosphore dans le sol et le sol sur les terres cultivées grâce à la gestion du sol, aux structures de lutte contre l'érosion et à l'adoption de PGO sur les zones naturelles.

TABLEAU SOMMAIRE DES PGO, PAR TYPE D'EXPLOITATION

Le tableau suivant vous montre quelles PGO sont le plus susceptibles de convenir à votre exploitation. Pour utiliser le tableau, lire les en-têtes des colonnes pour trouver votre type d'exploitation et prendre note des PGO adéquates. Le reste de ce chapitre décrit brièvement les PGO et contient des liens à des ressources qui donnent plus de détails.

PGO	BÉTAIL EN BÂTIMENT CLOS	BÉTAIL À L'HERBE	CÉRÉALES ET OLÉAGINEUX	CULTURES HORT. ANNUELLES	CULTURES DE TERRE ORGANIQUE	CULTURES HORT. VIVACES[3]	SERRE ET PÉPINIÈRE DE PLANTS EN RÉCIPIENT	ENTREPRISE RURALE NON AGRICOLE
PGO POUR LES SOURCES PONCTUELLES								
ENTREPOSAGE DES NUTRIANTS[1]	✔		✔	✔	✔	✔	✔	✔
BANDES TAMPONS DE VÉGÉTATION	✔			✔	✔		✔	
MARAIS ARTIFICIELS	✔				✔		✔	
FOSSE ET RÉSEAU DE TRANCHÉES[2]	✔						✔	✔

Notes en bas de page :

1. Entreposage des nutriants = pour le fumier, l'engrais, les solutions, les biosolides, le compost, l'eau d'irrigation enrichie de nutriants, etc.
2. Fosse et réseau de tranchées = pour les boues, l'eau de lavage des centres de traitet
3. Cultures horticoles vivaces = pépinière volante, ginseng, vergers, petits fruits, etc.

PGO	BÉTAIL EN BÂTIMENT CLOS	BÉTAIL À L'HERBE	CÉRÉALES ET OLÉAGINEUX	CULTURES HORT. ANNUELLES	CULTURES DE TERRE ORGANIQUE	CULTURES HORT. VIVACES[3]	SERRE ET PÉPINIÈRE DE PLANTS EN RÉCIPIENT	ENTREPRISE RURALE NON AGRICOLE
PGO POUR LES SOURCES DIFFUSES								
ÉLABORER UN PGN	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	
ANALYSE DU SOL ET DES SOLUTIONS	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
SOURCE ADÉQUATE	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
DÉBIT ADÉQUAT	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
MOMENT PROPICE	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
BON ENDROIT	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
SURVEILLANCE[4]	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	
AMÉLIORATION DU SOL[5]	✔	✔	✔	✔	✔	✔		✔
DRAINAGE DU SOL	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	
DRAINAGE CONTRÔLÉ			✔	✔	✔			
GESTION DES RÉSIDUS[6]	✔		✔	✔				
PRATIQUES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION[7]	✔		✔	✔	✔	✔	✔	
STRUCTURES DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION[8]	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
GESTION DES RIVES[9]	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Notes en bas de page (suite) :

3. Cultures horticoles vivaces = pépinière volante, ginseng, vergers, petits fruits, etc.
4. Surveillance = la plupart des systèmes de gestion environnementale comportent un volet de surveillance
5. Amélioration du sol = cultures-abris, ajout de matière organique, rotation des cultures
6. Gestion des résidus = semis direct, culture par paillis
7. Pratiques de contrôle de l'érosion = bandes tampons dans les champs, culture en bandes
8. Structures de contrôle de l'érosion = voies d'eau gazonnées, bassins de captage et de sédimentation, terrasses de déviation, structures de contrôle de la pente, etc.
9. Gestion des rives = bandes tampons, exclusion du bétail, protection des rives

PGO POUR LES SOURCES PONCTUELLES DE PHOSPHORE SUR L'EXPLOITATION

Il est possible de contrôler le phosphore à la source sur l'exploitation en adoptant des PGO des catégories suivantes :

✔ entreposage des nutriants, pour contenir les nutriants liquides et solides

✔ bandes tampons de végétation, pour traiter les eaux usées agricoles

✔ marais artificiels, pour traiter l'eau de lavage et l'afflux des cultures

✔ fosse et réseau de tranchées, pour le traitement sur place des boues domestiques et de l'eau de lavage des centres de traite

✔ réduction du phosphore à la source, par le biais des pratiques d'alimentation du bétail.

ENTREPOSAGE DES NUTRIANTS

Les entrepôts pour les nutriants sont des bâtiments conçus pour contenir les formes liquides et solides des nutriants utilisés dans les exploitations agricoles. On diminue la fuite de phosphore en assurant le confinement complet des nutriants concentrés jusqu'à ce qu'ils soient appliqués ou transportés ailleurs.

Les entrepôts pour les nutriants servent pour :

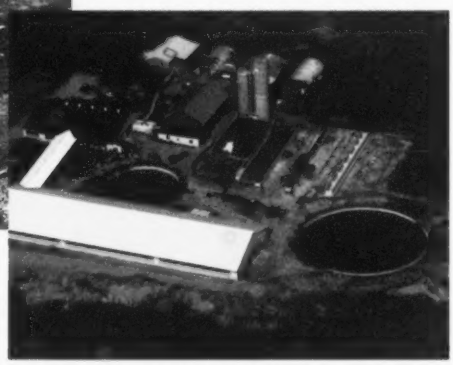
- le purin et le fumier solide, comme les eaux de ruissellement des enclos ou l'eau de lavage des centres de traite ou autre
- les biosolides d'égout
- les solutions de nutriants employées dans les serres et les pépinières de plants en récipient
- l'entreposage de l'engrais à la ferme.

Les images ci-dessous vous donneront une idée générale des problèmes d'entreposage et de la gestion de celui-ci. Les manuels d'accompagnement sur les PGO contiennent des renseignements beaucoup plus détaillés.

L'eau de ruissellement du fumier contient du phosphore, de l'ammonium, de la matière organique et des pathogènes.

✔ Garder l'eau propre propre : détourner l'eau propre du système.

✔ Recueillir et entreposer l'eau de ruissellement du fumier dans des systèmes d'entreposage pour le purin ou la traiter dans des systèmes à bandes tampons de végétation.



La partie solide du purin contient du phosphore.

✔ Concevoir l'entreposage de purin et calculer sa taille de sorte qu'il contienne tous les solides de fumier et tous les liquides contaminants des exploitations d'élevage.

Les serres ou les pépinières de plants en récipient peuvent être capables de recueillir et d'entreposer les solutions d'irrigation et de nutriants, pour ensuite les utiliser pour l'irrigation fertilisante sur les cultures existantes ou les cultures de remplacement voisines (vergers, pelouses, etc.).

✔ S'assurer que les étangs de retenue sont bien conçus.

On trouve les composés organiques de phosphore dans la partie solide des biosolides d'égout.

✔ S'assurer que l'entreposage temporaire, comme cette citerne pour l'eau usée et les biosolides, est conçu et géré adéquatement afin de réduire le risque de ruissellement possible de liquide et de biosolides déshydratés avant qu'on les utilise pour une application.

Les engrais chimiques, disponibles sous forme granulaire, liquide ou gazeuse, contiennent des formes concentrées de phosphore et d'autres nutriments culturaux. Il existe un risque de contamination de l'eau de surface par le phosphore si les engrais sont entreposés trop près des cours d'eau et des lacs.

✔ Éviter le ruissellement provenant des déversements ou des fuites grâce à un confinement adéquat et des planchers concaves imperméables.

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Gestion du fumier

Épandage de biosolides d'égouts municipaux sur des terres cultivées

BANDES TAMPONS DE VÉGÉTATION

Les bandes tampons de végétation (BTV) servent à traiter les eaux usées agricoles. Elles servent à éliminer les contaminants comme le phosphore des eaux usées lorsqu'on répand celles-ci dans une vaste zone à pente douce.

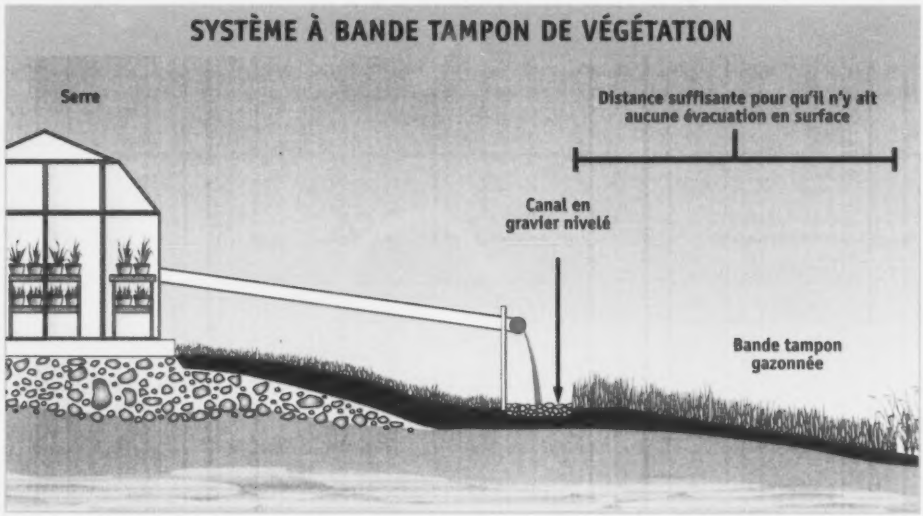
Les BTV peuvent servir à traiter les solutions de nutriants des serres et des pépinières de plants en récipient, l'eau de lavage des fruits et légumes et l'eau de ruissellement des enclos de bétail.

Pour les BTV, il faut obtenir un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement.

Consultez le site Web du MAAARO ou communiquez avec un centre de ressources du ministère pour obtenir des feuilles de renseignements et des manuels sur la conception.

www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/vfss_manual/vfssmantofc.htm

L'eau de ruissellement des enclos de bétail qui contient des sources organiques et inorganiques de phosphore, d'autres nutriants et des entébactéries peut poser un problème dans les exploitations laitières, de bovins de boucherie, ovines et les élevages de chevaux et de chèvres. Les BTV peuvent être conçues pour gérer et traiter l'eau de ruissellement des enclos et les nutriants.



PGO

Plus de détails dans ce manuel sur les PGO.

Gestion du fumier

Un système à BTV comprend les composantes suivantes :

- recueil et entreposage temporaire dans des bassins de retenue/stockage; dans ce cas, dans la serre
- filtres pour enlever les solides de l'eau de ruissellement des bassins de retenue/stockage
- un système de distribution, à gravité ou à pompe, pour assurer un débit uniforme sur toute la largeur de la zone d'infiltration; il s'agit du tuyau et du canal en gravier sur l'illustration
- un lit d'infiltration de taille et de conception suffisantes pour permettre une infiltration uniforme et complète des eaux usées appliquées, autrement dit, sans évacuation selon le pire des cas; il s'agit de la bande tampon gazonnée sur l'illustration.

MARAIS ARTIFICIELS

Les marais artificiels sont des solutions de rechange économiques à de nombreux systèmes de traitement conventionnels pour éliminer les nutriants, les pesticides et les pathogènes. Lorsque les nutriants traversent un marais artificiel, ils sont éliminés des façons suivantes :

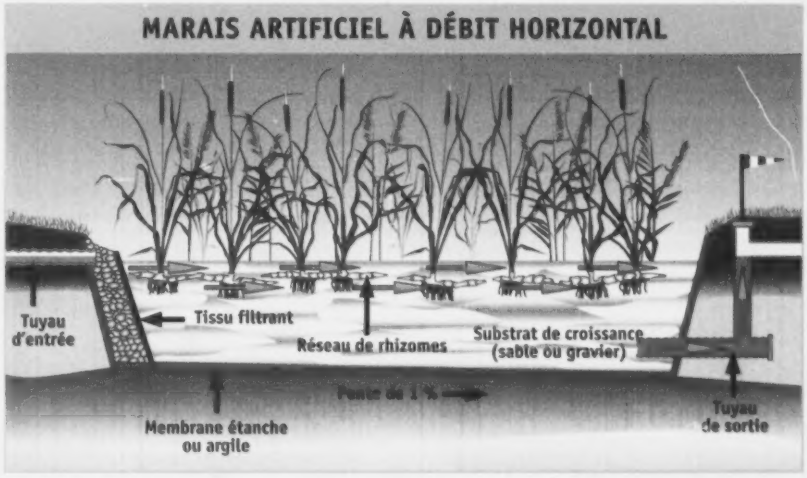
- filtration par le milieu
- liaison au milieu
- absorption par les plantes
- absorption ou conversion par les micro-organismes qui sont fixés aux racines des plantes et au milieu même.

Les marais artificiels ont été utilisés pour traiter :

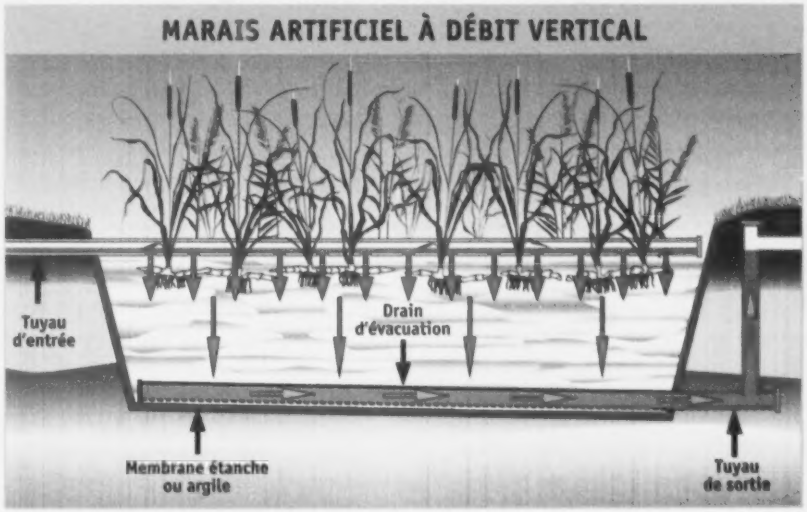
- les solutions de nutriants employées dans les serres et les pépinières de plants en récipient
- l'eau de lavage des fruits et légumes
- l'eau de ruissellement des enclos de bétail et l'eau de lavage des centres de traite.

Remarque : Les marais artificiels doivent être conçus de manière professionnelle par un ingénieur compétent. En outre, ces projets doivent être approuvés par le ministère de l'Environnement ou le service de construction local.

Il existe deux types de marais artificiels : les marais à débit horizontal et à débit vertical. Dans les marais à débit horizontal, les eaux usées s'écoulent à la surface du système et les nutriants sont éliminés surtout en étant absorbés par les plantes et la microflore connexe.



Dans les marais artificiels à débit vertical, le débit est dirigé vers le bas, à travers le substrat. Selon la nature des contaminants à éliminer, ils peuvent être aérobies ou anaérobies.

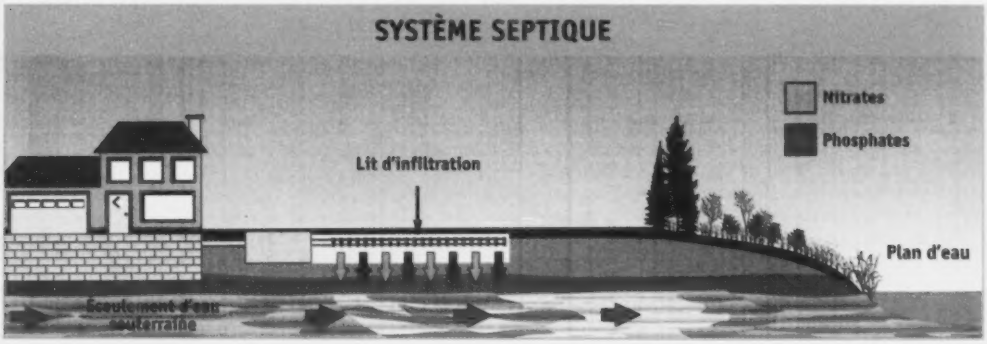


SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES SUR PLACE

Les systèmes à fosse et réseau de tranchées sont des unités de traitement sur place qui éliminent le besoin d'entreposage ou de transfert à des usines de traitement des eaux usées dans les régions rurales. Ils s'appuient sur l'action filtrante et biologique des sols pour éliminer le phosphore et d'autres contaminants.

Il existe deux principales applications de cette PGO dans les milieux ruraux :

- pour les systèmes septiques ménagers, pour traiter les eaux-vannes et les eaux grises domestiques qui contiennent des composés de phosphore
- pour l'eau de lavage des centres de traite, habituellement pour les petites exploitations à stalles entravées qui produisent du fumier solide.



Les systèmes septiques comprennent une fosse, un réseau de tuyaux et des milliards d'organismes qui décomposent les eaux domestiques. La fosse empêche les solides et les graisses d'endommager le champ d'épandage. Les bactéries du sol qui se trouvent dans le champ d'épandage et le sol environnant traitent les pathogènes, les nitrates et les phosphates de l'effluent septique. Cependant, certains nitrates et certains phosphates traversent le profil du sol. On peut diminuer les risques pour l'eau de surface et l'eau souterraine en prêtant une attention étroite à la pertinence du sol et aux distances de séparation et en effectuant un nettoyage régulier.

Les eaux grises de la lessive, de la cuisine et des salles de bains contiennent du phosphore provenant du savon et du détergent. Les eaux-vannes des toilettes sont une source de P organique. Les systèmes qui fonctionnent mal ou les systèmes illégaux raccordés à des tuyaux d'évacuation qui se vident dans les rivières, les étangs et les lacs sont une source ponctuelle de phosphore dans l'eau de surface.

Le lait résiduel contient du P organique et l'eau de lavage des centres de traite peut contenir des détergents comprenant des composés de P.

✔ Pour diminuer la quantité de P dans l'eau de lavage, enlever le lait des tuyaux (et le donner aux veaux) et utiliser des détergents sans phosphates.

Les systèmes septiques ne durent pas indéfiniment; tous les systèmes doivent un jour ou l'autre être remplacés.

✔ Faire régulièrement vérifier (3 à 5 ans) s'il y a une accumulation de boues et d'écume dans votre fosse.

✔ Nettoyer la fosse lorsqu'elle est pleine de boues et d'écume au tiers.

✔ Surveiller les signes de problèmes : drainage lent, odeurs d'égouts, lits spongieux, reflux et rupture d'égout.

Consultez **Les systèmes à fosse septique!**, un fascicule de 12 pages du MAARO.

PGO

Plus de détails dans ce manuel sur les PGO.

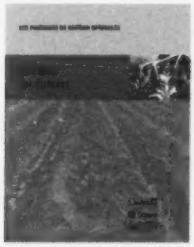
Gestion du fumier

DIMINUTION DU PHOSPHORE À LA SOURCE

DIMINUTION DE LA TENEUR DE P DANS LE FUMIER

Certaines PGO concernant la nutrition et les pratiques d'alimentation du bétail diminuent la consommation de phosphore ou la quantité de phosphore dans les excréments.

✔ Ne pas trop donner de phosphore au bétail dans les rations ou les suppléments.



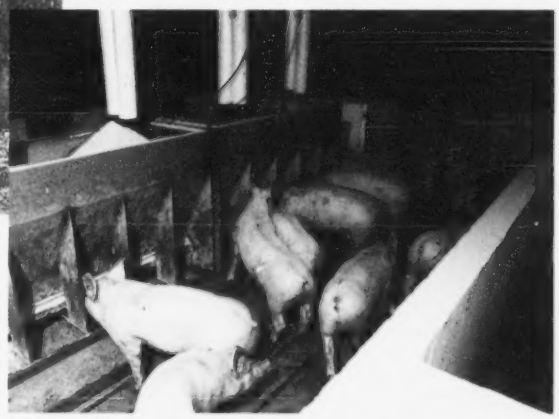
PGOi

Plus de détails dans ce manuel sur les PGO.

Gestion du fumier

Les suppléments alimentaires peuvent diminuer la quantité de phosphore dans le fumier. La majorité du phosphore que contiennent les céréales données au bétail (comme le maïs et le soya) est du P sous forme de phytate, qui n'est pas facilement assimilable par les animaux, surtout les animaux monogastriques comme la volaille et les porcs. Les régimes auxquels on ajoute de la phytase produisent du fumier qui contient de 15 à 25 % de moins de P que les régimes conventionnels.

✔ Donner au bétail un régime auquel on ajoute de la phytase pour diminuer la quantité de P dans le fumier.



✔ Choisir des suppléments protéiniques faibles en phosphore pour le bétail laitier pour diminuer la quantité de P dans le fumier. Donnez des rations équilibrées au bétail laitier.

« Pelouse verte, lac vert... brisez le lien! » Les applications au mauvais moment, les quantités excessives et les mauvaises pratiques d'entreposage peuvent entraîner un ruissellement de P.

LES PHOSPHATES ET LES ACTIVITÉS AU BORD DE L'EAU

Les chalets, les domaines, les marinas et d'autres propriétés privées au bord de l'eau peuvent être des sources de pollution par le phosphate.

Chaque année, il faut ajouter beaucoup d'engrais aux pelouses bien entretenues et aux plantes ornementales pour que leurs racines poussent bien et soient vigoureuses. Les modifications aux rives peuvent accroître l'érosion, ce qui ajoute du phosphore particulaire dans la zone située près des rives.

La mauvaise gestion des déchets dans les marinas peut mener directement à la pénétration des phosphates dans l'eau près des rives, surtout en cas de mauvaises pratiques d'assainissement de la plomberie sur les gros bateaux de plaisance. Les eaux grises et les eaux-vannes déversées directement des bateaux dans les lacs sont également une source de pollution par le phosphore. Parmi les mesures de prévention possibles, on compte l'ajout d'un réservoir pour les eaux grises et l'emploi de détergents sans phosphates lors de la navigation.

✔ Planter des bandes tampons de végétation naturalisée le long des rives pour stabiliser ces dernières et diminuer le besoin d'utiliser de l'engrais près des rives et des écosystèmes aquatiques. La végétation naturalisée est également moins attrayante pour les oies et autres sauvagines, ce qui diminue l'apport en P des fèces d'oiseau.

✔ Planter des bandes tampons de végétation naturalisée entre les pelouses à gestion intensive et les rives. Les bandes tampons emprisonnent le ruissellement de l'engrais au phosphore avant qu'il atteigne les écosystèmes aquatiques des rives des lacs.

PGO POUR LES SOURCES DIFFUSES DE PHOSPHORE SUR L'EXPLOITATION

Bien que nombre de PGO de la section suivante profitent à plusieurs zones sur l'exploitation, en ce qui nous concerne, elles sont regroupées comme suit :

- planification de la gestion des nutriants : être au courant de la situation actuelle et analyser les matériaux pour connaître les niveaux de nutriants
- gestion des nutriments culturaux : accent sur les quatre piliers de la gestion des nutriants : bon produit, débit adéquat, moment propice et bon endroit
- conservation du P dans le sol, dans le champ et hors des zones naturelles grâce aux PGO relatives :
    - au drainage des terres cultivées, pour éliminer le surplus d'eau dans le sol et diminuer la fuite de P provenant de l'érosion et du ruissellement
    - à la gestion du sol, pour en améliorer la qualité et la résilience
    - à la conservation du sol, pour en réduire l'érodabilité
    - à des structures dans les champs, pour atténuer l'érosion et le ruissellement des terres cultivées
    - aux zones riveraines, pour empêcher le P de pénétrer dans l'eau de surface.

PLANIFICATION DE LA GESTION DES NUTRIANTS – ÊTRE AU COURANT DE LA SITUATION ACTUELLE

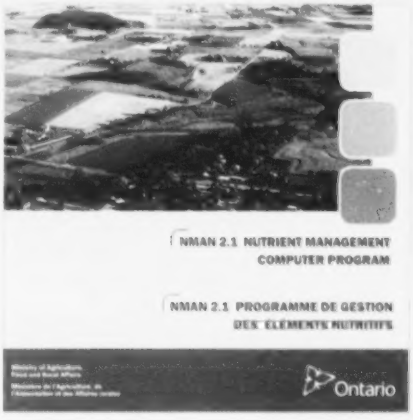
L'élaboration d'un plan de gestion des nutriants (PGN) est un processus en dix étapes qui vous permet d'obtenir un programme de gestion des nutriants du fumier et des cultures à la ferme.

Un PGN tient compte du niveau de fertilité du sol, de toutes les sources de nutriants, des caractéristiques de l'endroit, des pratiques de gestion et des facteurs de risque. Les principaux résultats de ce programme sont les suivants :

- taux et moment de l'application améliorés
- analyse des besoins des cultures en termes de nutriants supplémentaires
- calcul des distances de séparation adéquates
- calcul des distances de retrait pour l'épandage.

Un PGN fera également état des limites environnementales, des exigences des terres et des volumes annuels de fumier.

L'indice-phosphore est une composante essentielle de cette analyse.



Un PGN tient compte du niveau de fertilité, de toutes les sources de nutriants (y compris le phosphore), des caractéristiques de l'endroit, des pratiques de gestion et des facteurs de risque.

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Planification de la gestion des éléments nutritifs

Gestion du fumier

Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures

Les terres cultivées à forte pente sont plus sensibles à l'érosion et au ruissellement. L'indice-phosphore est plus élevé dans les champs à forte pente.

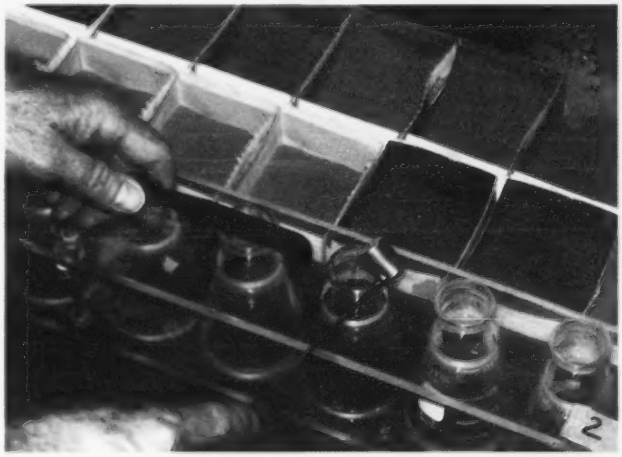
Nombre de composantes de votre PGN vous permettront de protéger l'eau de surface contre l'apport en phosphore. Il précisera les doses de N et de P, les limites quant à la charge de liquide, les distances de séparation pour l'application, les retraits et les exigences des terres.

ANALYSE DES NIVEAUX DE NUTRIANTS

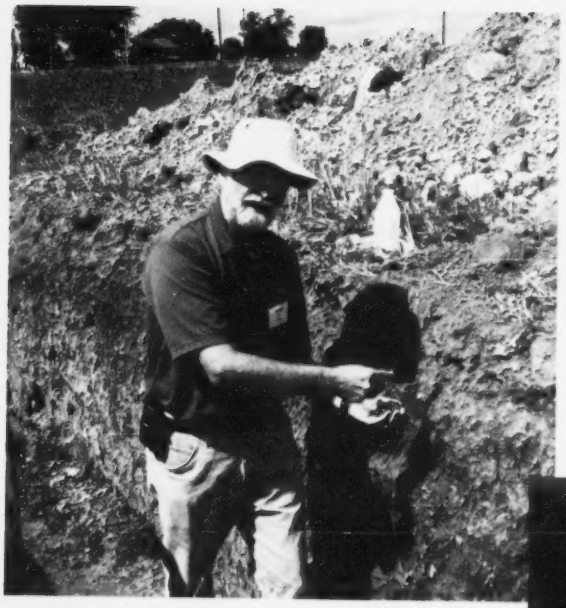
Les analyses des niveaux de nutriants donnent le degré de fertilité d'un milieu de culture donné, d'une source de nutriants ou du tissu d'une culture. Le fait de connaître le degré de fertilité peut rendre l'épandage de nutriants plus efficace et plus économique, ce qui évite le risque de fuite de phosphore.

Il existe plusieurs types d'analyses des niveaux de nutriants pour :

- le sol
- le fumier
- les biosolides d'égout
- les solutions de nutriants
- les tissus
- les milieux de culture hors-sol.



✔ Les analyses fréquentes et régulières des solutions de nutriants vous permettront de maintenir des teneurs de phosphore adéquates et de diminuer les concentrations de phosphore dans les solutions de nutriants employées.



« Si on épand de l'engrais tous les ans sans effectuer d'analyse du sol, c'est comme si on mettait un litre d'huile dans le carter du moteur avant chaque démarrage du tracteur. Au mieux, on gaspille quelques dollars; au pis, on endommage le moteur (votre sol) ou on renverse l'excédent à un endroit qu'il faudrait éviter. Ne jouez pas aux devinettes – faites analyser le sol! » – Keith Reid, spécialiste de la fertilité des sols du MAARO

L'année de l'épandage, on considère que 40 % du P du fumier est disponible sous forme de P d'engrais. Et au moins 80 % deviendra disponible à plus long terme, s'ajoutant au bassin de P disponible total. Alliez les résultats de l'analyse du sol à ceux de l'analyse du fumier. Cela évitera l'accumulation de P dans le sol au point où il faudrait limiter les taux d'application les années suivantes.

✔ Faire analyser le fumier pour connaître les taux de phosphore (nutriant).

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Gestion du fumier

Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures

Planification de la gestion des éléments nutritifs

GESTION DES NUTRIMENTS CULTURAUX

Ces PGO aident les cultivateurs à maximiser l'efficacité des nutriants appliqués et à réduire la fuite de phosphore.

LE BON PRODUIT OU LA BONNE SOURCE DE NUTRIMENTS CULTURAUX

✔ Faire correspondre la source de nutriants et le produit aux besoins des cultures et aux propriétés du sol. Il faut être au courant des interactions entre les nutriants : équilibrer l'azote, le phosphore, le potassium et les autres nutriants selon l'analyse du sol et les besoins des cultures.

N'essayez pas de répondre à tous vos besoins d'azote avec le fumier. L'azote ne sera pas disponible en dose adéquate et au moment propice, et vous risquez d'appliquer trop de phosphore. Mieux vaut fournir la bonne teneur de phosphore avec du fumier, en retenant le plus possible de son N en l'épandant et en l'enfouissant au bon moment, puis en fournissant le reste de l'azote dont la culture a besoin avec de l'engrais.

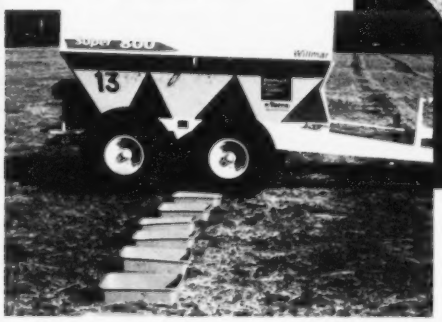
DOSE ADÉQUATE POUR L'APPLICATION DE NUTRIMENTS CULTURAUX

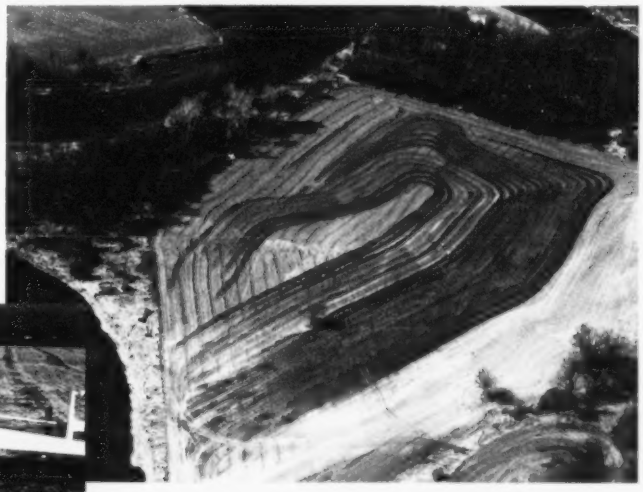
La dose adéquate répond aux besoins des cultures et minimise le risque pour l'environnement. Les grands principes de la dose adéquate sont les suivants :

- être au courant de la situation quant au sol; faire analyser le sol
- tenir compte de toutes les sources de nutriants
- effectuer l'épandage selon des recommandations scientifiques; examiner les résultats de l'analyse du sol.

La démarche de la « dose adéquate » tente de répondre aux besoins des cultures en posant un risque minimal pour l'environnement.

✔ Calibrer tout l'équipement d'épandage des nutriants de manière à garantir que la dose réelle soit appliquée.





Si vous vous maximisez la disponibilité des nutriants de sources organiques (fumier et biosolides d'égout) et tenez compte de ces nutriants dans votre programme d'engrais, le « gaspillage » deviendra une « ressource ».

MOMENT PROPICE DE L'APPLICATION DE NUTRIMENTS CULTURAUX

Appliquez les nutriments culturaux lorsque la culture en croissance active en a besoin et à un moment où le risque de fuite est minime. L'application de phosphore lorsqu'il n'y aucune culture, aucune culture-abri ou juste avant un orage prévu entraîne des risques de fuite de phosphore par érosion et ruissellement.

✔ Appliquer l'engrais au moment où la culture en a besoin. Certains nutriants comme l'azote se déplacent facilement dans le sol. D'autres, comme le phosphore, ont tendance à se lier aux particules de sol et sont assez immobiles dans le sol.

Pour la plupart des cultures, le meilleur moment d'épandre la plupart des engrais est lors de la plantation pour la croissance de début de saison et, au besoin, à la fin du printemps pour combler les besoins qui restent.

✔ Épandre la plupart des engrais lors de la plantation.

L'épandage hivernal ne constitue pas une pratique de gestion optimale. Aucune culture ne peut absorber les nutriants et le risque de ruissellement de fumier ou de biosolides d'égout jusqu'à l'eau de surface est trop grand.

✔ Éviter l'épandage l'hiver.

Plus de renseignements sur les exigences relatives à l'épandage d'hiver dans le manuel *Gestion du fumier* de la série des PGO.

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Gestion du fumier

Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures

Le sol est un bon filtre et la flore du sol livre concurrence à de nombreuses bactéries et de nombreux pathogènes qui peuvent être dangereux. Cependant, dans certains cas, le risque que le purin ou les biosolides atteignent le tuyau de drainage souterrain est plus grand. Le risque est grand si on en épand une grande quantité sur les sols susceptibles de craqueler si l'été est sec ou sur les sols humides au printemps ou à l'automne, et lorsque l'eau s'écoule dans le tuyau de drainage.

ENFOUISSEMENT ADÉQUAT DANS L'APPLICATION DE NUTRIMENTS CULTURAUX

Les engrais et le fumier peuvent être épandus en nappes ou en bandes latérales, injectés ou aspergés. L'engrais au P ou le fumier en surface est propice à la fuite rapide de P dissous réactif (PDR) avec l'eau de ruissellement. L'épandage en bandes souterraines ou l'incorporation diminue ce risque.

✔ Incorporer le fumier solide ou le purin épandu en surface peu de temps après l'épandage. Sinon, il peut ruisseler des terres cultivées à forte pente jusqu'aux prises d'eau en surface.

La source adéquate, la dose adéquate, le moment propice et le bon endroit vous aident à atteindre vos objectifs de production durable : un rendement maximum en endommageant au minimum l'environnement.

Les méthodes où on enfouit l'engrais au P dans le sol rendent les composés plus disponibles et moins susceptibles de fuir en raison de l'érosion et du ruissellement.

✔ Épandre l'engrais phosphaté en bandes pour le placer là où la culture en a besoin.

✔ Injecter ou incorporer le fumier immédiatement après l'épandage pour diminuer le risque de fuite de nutriants.

DRAINAGE DES TERRES CULTIVÉES

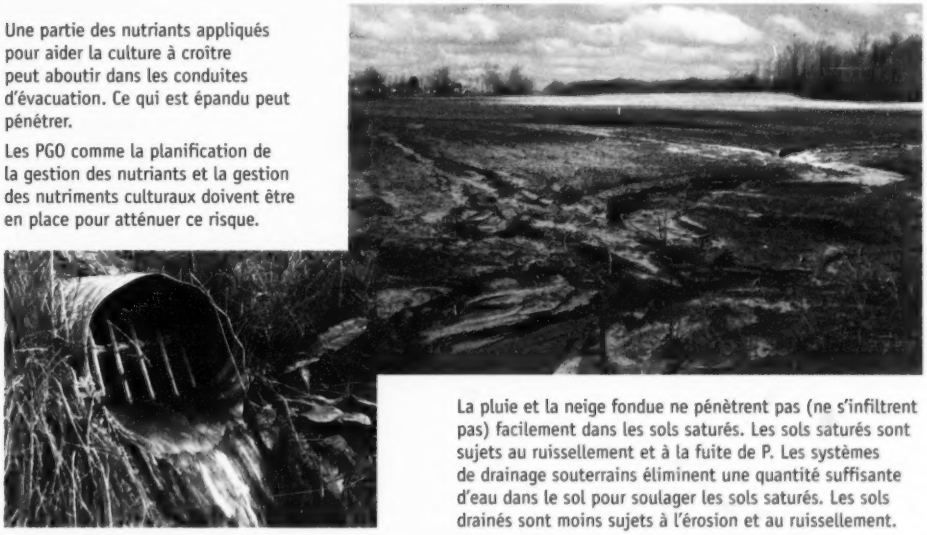
Ces PGO diminuent la fuite de phosphore par ruissellement en améliorant la capacité de rétention de l'eau du sol.

DRAINAGE SOUTERRAIN

Le drainage souterrain, également appelé drainage par tuyaux, consiste à placer des tuyaux en plastique perforés dans le sol pour éliminer le surplus d'eau de la zone racinaire. Les terres cultivées drainées sont moins sujettes à l'érosion, au ruissellement d'eau contaminée en surface et au compactage du sol.

Une partie des nutriants appliqués pour aider la culture à croître peut aboutir dans les conduites d'évacuation. Ce qui est épandu peut pénétrer.

Les PGO comme la planification de la gestion des nutriants et la gestion des nutriments culturaux doivent être en place pour atténuer ce risque.



La pluie et la neige fondue ne pénètrent pas (ne s'infiltrent pas) facilement dans les sols saturés. Les sols saturés sont sujets au ruissellement et à la fuite de P. Les systèmes de drainage souterrains éliminent une quantité suffisante d'eau dans le sol pour soulager les sols saturés. Les sols drainés sont moins sujets à l'érosion et au ruissellement.

DRAINAGE CONTRÔLÉ

La nappe phréatique peut être contrôlée en gardant l'eau dans les tuyaux de drainage lorsqu'il n'est pas nécessaire que le sol soit sec pour la plantation ou la récolte. Cela réduit le volume d'eau de drainage ainsi que la quantité de phosphore et d'autres nutriants qui quittent le champ et pénètrent dans l'eau de surface. En outre, cela fournit de l'eau aux racines de la culture (ce qui est plus économique que l'irrigation sur frondaison) et réduit le risque de propagation de certaines maladies des feuilles.

Les sols organiques comme la terre organique ou la tourbe ont une teneur très élevée (de 30 à 98 %) de matière organique. La matière organique commence à disparaître dès que les sols sont exposés à l'air par drainage. Ce processus est appelé *affaissement*. L'azote, le phosphore et d'autres nutriants sont dégagés lors de la minéralisation, lorsque la matière organique se décompose, et ils peuvent disparaître par les drains souterrains. Si on garde la plus grande partie possible du sol dans l'eau, la minéralisation diminue.

Drainage contrôlé

Grâce à des appareils de gestion de la nappe phréatique (illustration) ainsi qu'aux fossés et aux tuyaux du système de drainage existant, la nappe phréatique peut rester à des profondeurs qui permettent d'obtenir de l'eau et de diminuer les taux d'affaissement. Les sols doivent posséder une couche imperméable en profondeur et les pentes doivent être très plates pour que le drainage contrôlé soit une option.

PROTECTION DE LA CONDUITE D'ÉVACUATION

On peut lutter contre l'affouillement et l'érosion des rives des fossés en plaçant des matériaux résistant à l'érosion autour des conduites d'évacuation souterraines.

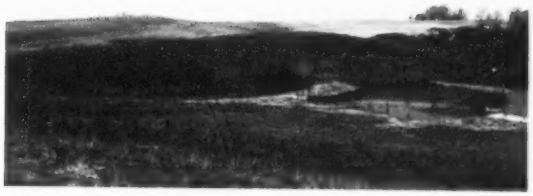
✔ Inspecter les conduites d'évacuation. Vérifier si les rives sont érodées et prendre des mesures pour corriger l'érosion et éviter qu'elle continue.

Protection de la conduite d'évacuation

Le sol qui entoure les conduites d'évacuation est sujet à l'érosion et à la fuite de P sédimentaire. Cela est attribuable aux effets combinés de l'eau de l'exutoire sur le sol qui se trouve sous la conduite d'évacuation et de l'affouillement causé par le débit élevé le long des rives des fossés et des ruisseaux.

✔ Remplacer les tuyaux de sortie par des tuyaux de métal ondulé (rigide) afin d'éviter qu'ils se brisent.

✔ Placer des pierres angulaires (perré) sur du tissu résistant à l'érosion, en forme de tablier, pour empêcher l'affouillement lorsque le débit de l'eau est élevé.



Marais artificiels

Les systèmes de drainage souterrains qui comprennent de nombreux drains en surface peuvent mener à une fuite de P sédimentaire. Si on libère le surplus d'eau d'évacuation souterraine dans les marais artificiels, les plantes de milieu humide aident à éliminer la majeure partie des sédiments et des phosphates de l'eau d'évacuation.

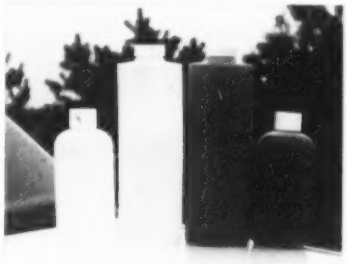
SURVEILLANCE DES CONDUITES D'ÉVACUATION ET DES PRISES D'EAU DE SURFACE

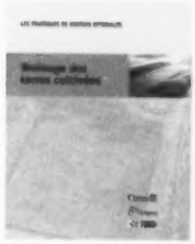
À moins qu'on prenne des précautions, de fortes doses de purin peuvent pénétrer dans les systèmes de drainage souterrains.

✔ Cultiver le sol au préalable pour éliminer les fissures, et épandre de faibles doses.

✔ Surveiller les prises d'eau de drainage et les conduites d'évacuation pour éviter que le P du fumier pénètre dans les réseaux hydrographiques de surface.

Selon des études de surveillance, dans certains cas, le fumier peut atteindre les drains d'évacuation souterrains au printemps et l'automne, lorsque l'eau s'écoule des tuyaux. Si vous voyez du fumier dans l'eau évacuée (comme dans les bouteilles d'échantillons ci-contre), cessez les activités et reprenez-les à un moment où l'eau ne s'écoule pas.





PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Bandes tampons

Pâturages riverains

Drainage des terres cultivées

Gestion du sol

La gestion de l'eau

Gestion de l'habitat du poisson et de la faune

GESTION DU SOL

Les PGO suivantes améliorent la qualité du sol et l'infiltration d'eau, ainsi que la résistance à la dégradation causée par l'érosion ou le compactage.

CULTURES-ABRIS

Les cultures-abris servent à couvrir le sol lorsqu'on ne cultive pas de culture.

La plupart des cultures horticoles et des grandes cultures offrent une protection raisonnable contre l'érosion éolienne et hydrique lorsqu'elles sont matures. Par contre, le sol des terres cultivées peut être exposé et vulnérable aux forces érosives après la récolte l'automne, l'hiver (surtout s'il n'y a pas beaucoup de neige) et au printemps, avant que le couvert des cultures soit complet.

✔ Semer des cultures-abris comme les céréales de printemps, les plantes non légumineuses à feuilles larges ou les légumineuses pour que le sol reste couvert. Songer à effectuer un sursemis de cultures-abris après le travail du sol ou un semis aérien avant la récolte ou à planter dès que possible après la récolte.

Cultures-abris

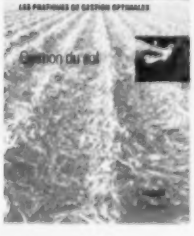
On peut semer des cultures-abris comme les céréales de printemps, les plantes non légumineuses à feuilles larges ou les légumineuses pour que le sol reste couvert. Le début de l'établissement l'automne permettra une meilleure couverture pour l'hiver.

ROTATION DES CULTURES

Si on cultive la même culture annuelle tous les ans, cela dégrade le sol et diminue le rendement. La combinaison des méthodes de labour, de l'ajout minimal de matière organique et de l'exposition du sol mène à un lit de semence de mauvaise qualité et à l'érosion.

La rotation des cultures consiste à faire alterner des familles de cultures, dans certains cas chaque année, dans les champs et les terres cultivées horticoles. La rotation des cultures peut :

- augmenter la quantité de matière organique dans le sol, surtout si on cultive des cultures fourragères



PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Gestion du sol

Cultures-abris (2012)

- améliorer la structure des planches de semis grâce à des systèmes radiculaires variés
- protéger le sol; les céréales plantées en rangées étroites ainsi que les cultures de pâture et de foin couvriront le sol plus efficacement que les cultures en rangs ordinaires.

Rotation des cultures

✔ Alterner les familles de cultures chaque année (p. ex. céréales puis cultures à feuilles larges) pour atténuer la dégradation du sol.

CONSERVATION DU SOL

Les PGO suivantes aident à diminuer la fuite de phosphore et l'érosion du sol des terres cultivées.

GESTION DES RÉSIDUS

La gestion des résidus de la culture précédente peut fournir une couverture au sol après la récolte, jusqu'à l'apparition du couvert de la culture suivante.

Certaines céréales et certains oléagineux laissent une quantité énorme de biomasse inutilisée sur le sol.

Dans les systèmes conventionnels, les résidus des cultures sont hachés et enfouis. Dans les méthodes culturales de conservation du sol, on les laisse sur le sol ou on les enfouit seulement en partie.

Le matériel sert de paillis pour protéger le sol, et en se décomposant, il ajoute de la matière organique au sol.

✔ Adopter la culture par paillis ou le semis direct pour perturber le sol au minimum, l'enrichir ainsi que diminuer l'érosion et le ruissellement.

Sol nu

Le travail du sol conventionnel ne laisse aucun résidu à la surface, ce qui augmente le risque d'érosion et de ruissellement (le phosphore y étant lié).

Semis direct

Dans un système de culture et de travail du sol à semis direct, on ne perturbe pas le sol avant la plantation. Le sol est bien protégé contre l'érosion et le ruissellement. Si on ajoute des structures de conservation du sol et des pratiques de gestion de l'eau de surface, on réduit davantage le risque d'érosion, de ruissellement et de fuite de phosphore.

BANDES TAMPONS DANS LES CHAMPS ET BRISE-VENT

Les bordures gazonnées ralentissent le ruissellement et peuvent filtrer une partie du P sédimentaire et du P lié au sol au bord des champs.

Bandes tampons dans les champs

Le périmètre des champs, les tournières et les terres le long des clôtures peuvent être convertis en bandes tampons de gazon permanent.

Brise-vent

L'érosion éolienne peut emporter le sol et les nutriants qui y sont liés. Dans certains bassins hydrologiques, les sédiments emportés par le vent peuvent être une source de phosphore dans les rivières, les lacs et les ruisseaux. Les PGO comme les brise-vent dans les champs diminuent l'érosion des terres cultivées par le vent.

BMP

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Gestion du sol

Semis direct : les secrets de la réussite

LABOUR SUIVANT LES COURBES DE NIVEAU

Le labour suivant les courbes de niveau consiste à faire pousser des cultures en bandes disposées systématiquement en travers d'un champ, en suivant les courbes de niveau. On cherche à diminuer l'érosion du sol par l'eau, donc le transport de sédiments et des intrants qui y sont liés, comme les phosphates.

Labour suivant les courbes de niveau

Les combinaisons de bandes comprennent des rangs alternés :

- de cultures fourragères et en rangs
- de céréales et de cultures en rangs.

Le choix des cultures et la largeur des bandes dépendent de la pente et de l'érodabilité du champ et de la largeur de l'équipement.

LUTTE CONTRE L'ÉROSION

Les PGO suivantes constituent des structures de conception professionnelle qui aident à diminuer la fuite de phosphore attribuable au ruissellement et à l'érosion du sol des terres cultivées.

VOIES D'EAU GAZONNÉES

Les voies d'eau gazonnées sont des canaux de végétation larges et peu profonds. Elles sont conçues et construites pour acheminer le débit concentré d'eau de surface (ruissellement) à une vitesse sécuritaire.

PGO

Plus de détails dans ce manuel sur les PGO.

Lutte contre l'érosion du sol à la ferme

Voies d'eau gazonnées

Lorsqu'elles sont bien conçues, les voies d'eau gazonnées peuvent acheminer en toute sécurité d'importants débits d'eau en pente descendante. Elles diminuent leur vitesse, ce qui minimise l'érosion. La végétation aide à éliminer des éléments comme l'azote, le phosphore, les herbicides et les pesticides par l'absorption par les plantes et la sorption par le sol. Le sol est mieux aéré et la qualité de l'eau et de l'habitat aquatique s'améliore.

TERRASSES DE DÉVIATION ET BASSINS DE CAPTAGE ET DE SÉDIMENTATION

Les **terrasses de diversion** sont construites en travers des pentes des champs. Elles diminuent l'érosion et le ruissellement en interceptant, en retenant et en acheminant le ruissellement de façon sécuritaire vers un tuyau de sortie.

Les **bassins de captage et de sédimentation** sont des structures de lutte contre l'érosion qu'on installe habituellement pour éviter l'érosion des rives et le ravinement sur les terres agricoles. Ces structures contrôlent l'érosion causée par les débits d'eau concentrés, mais elles sont impuissantes contre l'érosion en nappe.

Terrasses de déviation

Les terrasses à base étroite ont une pente à rapport de 2:1 à l'avant et à l'arrière. Les pentes avant et arrière sont ensemencées de graminées vivaces.

Bassins de captage et de sédimentation

Un bassin de captage et de sédimentation comprend une berme et un étang. L'eau de ruissellement est entreposée temporairement derrière la berme, ce qui l'empêche de causer une érosion plus bas sur la pente descendante. Cette eau accumulée est lentement évacuée grâce à un tuyau d'entrée relié à un tuyau souterrain, qui mène à une sortie adéquate.

ZONES RIVERAINES

Les zones riveraines sont des zones de transition entre les plans d'eau et les zones sèches. Envisagez les rives des rivières et des ruisseaux, les plaines inondables et les pentes des ravins. Parmi leurs nombreuses fonctions importantes, les zones riveraines à végétation abondante protègent les zones naturelles contre les effets cumulatifs des activités dans les zones sèches.

Les PGO de la page suivante aident à empêcher le phosphore de s'infiltrer directement dans les cours d'eau et les autres types d'eau de surface.

Voir la feuille de renseignements du MAAARO intitulée *Voies d'eau gazonnées*, No de commande 09-022.

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

La gestion de l'eau

Bandes tampons

BANDES TAMPONS

Les bandes tampons sont des bandes artificielles de végétation permanente (graminées, herbacées, arbustes, arbres ou une combinaison de ceux-ci) le long des cours d'eau, des étangs, des lacs ou des zones humides.

Bandes tampons

Les bandes tampons sont placées de manière stratégique le long des zones naturelles sensibles pour atténuer les effets du ruissellement des terres cultivées. En général, les bandes larges sont préférables. Les bandes tampons à végétation diverse sont les plus efficaces et fournissent également un meilleur habitat.

Bandes tampons étroites

Les bandes tampons étroites filtrent le ruissellement dans les paysages plats et aident également à stabiliser les rives des fossés. Elles sont souvent complétées par des structures de lutte contre l'érosion comme des déversoirs empierrés. Ces structures évitent le ravinement lorsqu'un flot concentré se déverse dans les canaux de drainage.

PROTECTION DES RIVES

On peut protéger les rives des cours d'eau contre l'érosion et l'affaissement avec des structures « rigides » et des éléments de génie biologique. Consultez votre office de protection de la nature local pour obtenir une permission et des approbations avant d'entreprendre des projets de protection des rives.

Éléments de génie biologique

Des boutures vivantes qui peuvent s'enraciner sont plantées le long des rives érodées des ruisselets pour créer une masse racinaire vivante qui stabilise et retient le sol.

PGO

Plus de détails dans ces manuels sur les PGO.

Bandes tampons

Pâturages riverains

EXCLUSION DU BÉTAIL DES COURS D'EAU

Dans certains cas, l'accès du bétail aux cours d'eau et aux autres habitats aquatiques naturels peut dégrader la qualité de l'eau et détruire les habitats. Une série de PGO sur le pâturage et les zones riveraines peut limiter cet accès.

Exclusion du bétail

La nature et l'ampleur du problème dépendent surtout du nombre et du type d'animaux par unité de zone riveraine (densité), de la période de l'année, de la sensibilité de la zone et des PGO sur le pâturage qui sont en place. Pour les situations à risque élevé, il faut des solutions plus permanentes. Les clôtures sont la meilleure solution pour exclure le bétail en enclos des cours d'eau.

Autres renseignements

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Pour obtenir d'autres renseignements sur les PGO connexes, nous vous incitons à consulter plusieurs autres manuels de la série des PGO, notamment :

Bandes tampons
Drainage des terres cultivées
Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures
Gestion du fumier
La gestion du sol
Lutte contre l'érosion du sol à la ferme
Planification de la gestion des éléments nutritifs
Semis direct : les secrets de la réussite.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

Le MAAARO offre de nombreuses publications sur des sujets connexes. En voici une particulièrement pertinente :

Manuel sur la fertilité du sol, publication 611F du MAAARO

Une liste complète de publications et des services du MAAARO se trouve sur le site www.ontario.ca/omafra.

POUR OBTENIR DES EXEMPLAIRES DES PGO ET DES PUBLICATIONS DU MAAARO

Pour obtenir des exemplaires des PGO ou d'autres publications du MAAARO, veuillez commander :

- **En ligne** sur le site www.publications.serviceontario.ca
- **Par téléphone** par le biais du Centre de service de ServiceOntario
  Du lundi au vendredi de 8 h 30 à 17 h
  - 416-326-5300
  - 416-325-3408 ATS
  - 1-800-668-9938 Sans frais au Canada
  - 1-800-268-7095 ATS sans frais en Ontario
- **En personne** dans un centre ServiceOntario partout dans la province ou dans tout centre de ressources du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

Si vous avez des questions sur l'agriculture, l'agrinégoce ou les entreprises rurales, appelez le Centre d'information agricole, au 1 877 424-1300 ou par courriel à ag.info.omafra@ontario.ca.

Remerciements

Le programme des Pratiques de gestion optimales est une collaboration entre Agriculture et Agroalimentaire Canada, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario et la Fédération de l'agriculture de l'Ontario.

Le financement de cette publication a été fourni par Agriculture et Agroalimentaire Canada et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

Canada

Ontario

La Fédération de l'agriculture de l'Ontario FAO

CONTRIBUTEURS

Chef du groupe de travail – ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Keith Reid

Groupe de travail et auteurs (par ordre alphabétique des organismes) – International Plant Nutrition Institute : Tom Bruulsema; Lake Simcoe Conservation Authority : Phil Davies; ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Christine Brown, Andrew Jamieson, Christoph Kessel, Kevin McKague, Keith Reid, H.J. Smith, Donna Speranzini, Ted Taylor; ministère de l'Environnement de l'Ontario : Jennifer Winter; Nottawasaga Valley Conservation Authority: Fred Dobbs, Shannon Stephens; University of Guelph : Ivan O'Halloran

Coordonnateurs techniques et visuels – ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : H.J. Smith, Ted Taylor

Photographes – Agri-Food Laboratories : Jack Legg; Corporate Photography : Kerry Little; Carl Hiebert; Essex Region Conservation Authority : Michael Dick; International Plant Nutrition Institute : Tom Bruulsema; ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Christine Brown, Kevin McKague, Keith Reid, H.J. Smith, Donna Speranzini; ministère de l'Environnement de l'Ontario : Direction de la surveillance environnementale; Ontario Soil and Crop Improvement Association : Andrew Graham; Raisin River Conservation Authority; University of Guelph : Dr. R. Larry Peterson; Upper Thames Region Conservation Authority

Directrice de la rédaction : Alison Lane

Traduction : Nathalie Altman

Graphiste : ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : David Rouleau

Aquarelles et croquis : Irene Shelton

Conception graphique : Neglia Design Inc.

Imprimé en 2011